

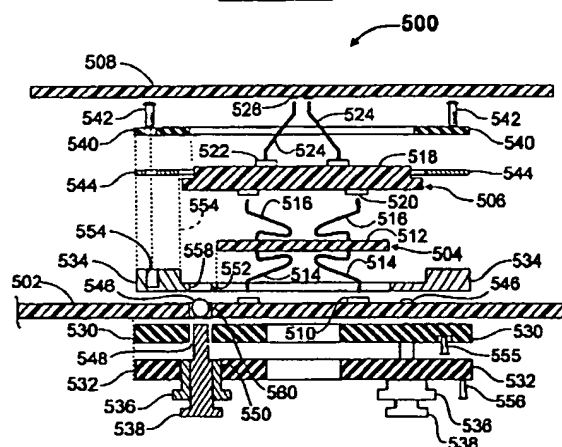
(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I	
G 0 1 R 1/073		G 0 1 R 1/073	E
31/28		H 0 1 L 21/66	B
H 0 1 L 21/66		G 0 1 R 31/28	K
審査請求 有 予備審査請求 有 (全 80 頁)			
(21) 出願番号	特願平8-516308	(71) 出願人	フォームファクター, インコーポレイテッド
(86) (22) 出願日	平成7年(1995)11月13日		アメリカ合衆国カリフォルニア州94550
(85) 翻訳文提出日	平成9年(1997)1月31日		リヴモア, リサーチ・ドライブ・2130
(86) 国際出願番号	P C T / U S 9 5 / 1 4 8 4 4	(72) 発明者	ハンドロス, イゴ, ワイ
(87) 国際公開番号	W O 9 6 / 1 5 4 5 8		アメリカ合衆国カリフォルニア州94563
(87) 国際公開日	平成8年(1996)5月23日		オリンダ, ヘイシェンダス・ロード・25
(31) 優先権主張番号	0 8 / 3 4 0, 1 4 4	(72) 発明者	マシュー, ゲータン, エル
(32) 優先日	1994年11月15日		アメリカ合衆国カリフォルニア州94568
(33) 優先権主張国	米国 (U S)		ダブリン, フォール・クリーク・ロード・
(31) 優先権主張番号	P C T / U S 9 4 / 1 3 3 7 3		7980, アパートメント・230
(32) 優先日	1994年11月16日	(74) 代理人	弁理士 古谷 馨 (外2名)
(33) 優先権主張国	オーストラリア (A T)		
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 プローブカード・アセンブリ及びキット、及びそれらを用いる方法

(57) 【要約】

プローブカード・アセンブリ (500) が、プローブカード (502) と、間隔変換器 (506) であって、その表面に直接実装され、その表面から延伸する復元性のある接触構造 (プローブ要素) (524) を有する間隔変換器 (506) と、間隔変換器 (506) とプローブカード (502) の間に配設される介在体 (504) とを含む。間隔変換器 (506) の配向、従ってプローブ要素 (524) の先端の配向が、プローブカードの配向を変更することなく調整可能のように、間隔変換器 (506) と介在体が「積み重ね」られる。間隔変換器 (506) の配向を調整して、どのぐらいの調整をすべきかを決定するための適切な機構 (532、536、538、546) が開示される。半導体ウェーハ (508) 上の多数の大・サイトに、開示の技法を用いて容易にプローブが当てられ、プローブ要素 (524) は、ウェーハ (508) 全体のプローブ当てを最適化するように配列可能である。復元性のある接触構造としての比較的硬質のシェル (218、220) により保護膜生成された比較的軟質のコア (206) を有する、複合相互接続要

Figure 5



【特許請求の範囲】

1. プローブカード・アセンブリ用の間隔変換器において、
上部表面、下部表面、該上部表面に配設される第1の複数の端子、及び上記下部表面に配設される第2の複数の端子を有する、間隔変換器基板と、
上記第1の複数の端子に直接実装される、第1の複数の復元性のある接触構造と、
からなる間隔変換器。
2. 前記第1の複数の復元性のある接触構造の端部に実装される、先端構造から更になる、請求項1に記載の間隔変換器。
3. 前記第1の複数の復元性のある接触構造は、複合相互接続要素である、請求項1に記載の間隔変換器。
4. 前記第1の複数の復元性のある接触構造は、前記第1の複数の端子に直接、前記第1の複数の復元性のある接触構造を実装する前に、犠牲基板上に製造される、請求項1に記載の間隔変換器。
5. 前記第2の複数の端子に直接実装される、第2の複数の復元性のある接触構造から更になる、請求項1に記載の間隔変換器。
6. 前記第2の複数の復元性のある接触構造は、複合相互接続要素である、請求項1に記載の間隔変換器。
7. 前記第2の複数の復元性のある接触構造は、前記第2の複数の端子に直接、前記第2の複数の復元性のある接触構造を実装する前に、犠牲基板上に製造される、請求項1に記載の間隔変換器。
8. プローブカード・アセンブリにおいて、

プローブカードであって、上部表面、下部表面、及び該上部表面における複数の接触端子を有するプローブカードと、

介在体であって、上部表面、下部表面、介在体の下部表面から延伸する第1の複数の復元性のある接触構造、及び介在体の上部表面から延伸する第2の複数の復元性のある接触構造を有する介在体と、

間隔変換器であって、上部表面、下部表面、間隔変換器の下部表面に配設さ

れる複数の接触パッド、及び間隔変換器の上部表面から延伸する第3の複数の復元性のある接触構造を有する間隔変換器と、

上記第1の複数の復元性のある接触構造は、上記プローブカードの接触端子との圧力接統をもたらすことと、

上記第2の複数の復元性のある接触構造は、上記間隔変換器の接触パッドとの圧力接統をもたらすことと、

からなるプローブカード・アセンブリ。

9. 前記第3の複数の復元性のある接触構造は、前記間隔変換器の上部表面における端子に直接実装される、請求項8に記載のプローブカード・アセンブリ。

10. 前記第1の複数の復元性のある接触構造は、複合相互接統要素である、請求項8に記載のプローブカード・アセンブリ。

11. 前記第2の複数の復元性のある接触構造は、複合相互接統要素である、請求項8に記載のプローブカード・アセンブリ。

12. 前記第3の複数の復元性のある接触構造は、複合相互接統要素

である、請求項8に記載のプローブカード・アセンブリ。

13. 前記第1の複数の復元性のある接触構造の各々は、少なくとも2つの複合相互接統要素である、請求項8に記載のプローブカード・アセンブリ。

14. 前記第2の複数の復元性のある接触構造の各々は、少なくとも2つの複合相互接統要素である、請求項8に記載のプローブカード・アセンブリ。

15. 堅固な材料から製作され、上部表面及び下部表面を有して、該下部表面が前記プローブカードの前記上部表面に対抗して配設される前部実装プレートと、

前記プローブカードの前記上部表面に、上記前部実装プレートを固定するための手段と、

前記プローブカードの前記上部表面に対抗して、前記間隔変換器を押圧するための手段と、

から更になる、請求項8に記載のプローブカード・アセンブリ。

16. 前記前部実装プレートは、ステンレス鋼から製作される、請求項15に記載のプローブカード・アセンブリ。

17. 前記間隔変換器を押圧するための前記手段は、
実装リングと、
該実装リングを前記前部実装プレートに対して、それらの間に捕捉される前記間隔変換器と共に保持する複数のネジと、
からなる、請求項 15 に記載のプロブカード・アセンブリ。
18. 前記実装リングは、弾力のある材料から製作される、請求項 1

- 7 に記載のプロブカード・アセンブリ。
19. 前記実装リングと前記間隔変換器の間に配設される、スペーサリングから更になる、請求項 17 に記載のプロブカード・アセンブリ。
20. 前記前部実装プレートを固定するための前記手段は、
上部表面及び下部表面を有し、該上部表面が前記プロブカードの前記下部表面に対抗して配設される、背部実装プレートと、
前記プロブカードを介して、前記前部実装プレートと上記背部実装プレートの間で延伸する複数のネジと、
からなる、請求項 15 に記載のプロブカード・アセンブリ。
21. 前記背部実装プレートは、ステンレス鋼から製作される、請求項 20 に記載のプロブカード・アセンブリ。
22. 前記プロブカードの配向を変更することなく、前記間隔変換器の平面性を調整するための手段から更になる、請求項 8 に記載のプロブカード・アセンブリ。
23. 前記間隔変換器の平面性を調整するための前記手段は、複数の差動ネジからなり、その各々は、前記間隔変換器の下部表面に作用する、外部の差動ネジ要素と内部の差動ネジ要素を含む、請求項 22 に記載のプロブカード・アセンブリ。
24. 前記内部の差動ネジ要素の端部に配設される、複数の枢軸球から更になる、請求項 23 に記載のプロブカード・アセンブリ。
25. 前記プロブカードの直ぐ下に配設されるアクチュエータ実装プレートから更になり、前記差動ネジは、該アクチュエータ実装

プレート内へとネジ通しされる、請求項 2 3 に記載のプロブカード・アセンブリ。

26. 前記間隔変換器の平面性を調整するための前記手段は、コンピュータに応答して、前記間隔変換器の下部表面に作用する、複数のアクチュエータからなる、請求項 2 2 に記載のプロブカード・アセンブリ。

27. 前記接触パッドは、第 1 のピッチで、前記間隔変換器の下部表面に配設され、前記第 3 の複数の復元性のある接触構造は、第 2 のピッチで、前記間隔変換器の上部表面に配設され、上記第 1 のピッチは、上記第 2 のピッチよりも大きい、請求項 8 に記載のプロブカード・アセンブリ。

28. 前記第 1 の複数の復元性のある接触構造は、第 1 のピッチで、前記介在体の下部表面に配設され、前記第 2 の複数の復元性のある接触構造は、第 2 のピッチで、前記介在体の上部表面に配設され、上記第 1 のピッチは、上記第 2 のピッチと同一である、請求項 8 に記載のプロブカード・アセンブリ。

29. 前記接触パッドは、第 1 のピッチで、前記間隔変換器の下部表面に配設され、前記第 3 の複数の復元性のある接触構造は、第 2 のピッチで、前記間隔変換器の上部表面に配設され、前記第 1 の複数の復元性のある接触構造は、上記第 1 のピッチで、前記介在体の下部表面に配設され、前記第 2 の複数の復元性のある接触構造は、上記第 1 のピッチで、前記介在体の上部表面に配設され、上記第 1 のピッチは、上記第 2 のピッチよりも大きい、請求項 8

に記載のプロブカード・アセンブリ。

30. プロブカード・キットにおいて、

間隔変換器であって、上部表面、下部表面、間隔変換器の下部表面に配設される複数の接触パッド、間隔変換器の上部表面から延伸する第 1 の複数の復元性のある接触構造を有して、半導体ウェーハ上の複数の接触領域と圧力接触をなす、上記第 1 の複数の復元性のある接触構造の先端に対して用いるのに適応した、間隔変換器と、

介在体であって、上部表面、下部表面、及び介在体の上部表面から延伸する第 2 の複数の復元性のある接触構造を有して、上記間隔変換器の下部表面におけ

る上記複数の接触パッドと圧力接続をなす、上記第2の複数の復元性のある接触構造の先端に対して用いるのに適応し、介在体の下部表面から延伸する第3の複数の復元性のある接触構造を有して、プローブカード上の複数の端子と圧力接続をなす、第3の複数の復元性のある接触構造の先端に対して用いるのに適応した、介在体と、

からなるプローブカード・キット。

31. 前記接触パッドは、第1のピッチで、前記間隔変換器の下部表面に配設され、前記第1の複数の復元性のある接触構造は、第2のピッチで、前記間隔変換器の上部表面に配設され、上記第1のピッチは、上記第2のピッチよりも大きい、請求項30に記載のプローブカード・キット。

32. 前記第3の複数の復元性のある接触構造は、第1のピッチで、

前記介在体の下部表面に配設され、前記第2の複数の復元性のある接触構造は、第2のピッチで、前記介在体の上部表面に配設され、上記第1のピッチは、上記第2のピッチと同一である、請求項30に記載のプローブカード・キット。

33. 前記接触パッドは、第1のピッチで、前記間隔変換器の下部表面に配設され、前記第1の複数の復元性のある接触構造は、第2のピッチで、前記間隔変換器の上部表面に配設され、前記第3の複数の復元性のある接触構造は、第1のピッチで、前記介在体の下部表面に配設され、前記第2の複数の復元性のある接触構造は、第1のピッチで、前記介在体の上部表面に配設され、上記第1のピッチは、上記第2のピッチよりも大きい、請求項30に記載のプローブカード・キット。

34. 介在体アセンブリ上のプローブの先端を平坦化する方法において、

上部表面、下部表面、及び該上部表面から延伸する複数のプローブ要素を有する支持基板を供給するステップであって、各プローブ要素は、上記支持基板の上部表面からの遠位端において、1つの先端を有する、支持基板を供給するステップと、

上部表面を有するプローブカード上に、上記支持基板の下部表面を上記プローブカードの上部表面と対向させて、上記支持基板を実装するステップであって

、上記支持基板はある配向を有し、上記プローブカードはある配向を有する、上記支持基板を実装するステップと、上記プローブ要素の先端を平坦化するために、上

記プローブカードの上記配向を変更することなく、上記支持基板の上記配向を調整するステップと、

を含む方法。

35. 復元性のある接触構造において、
端部を有する複合相互接続要素と、
該複合相互接続要素の上記端部に連結される、予備製造の先端構造と、
からなる復元性のある接触構造。
36. 前記復元性のある接触構造は、間隔変換器に実装されるプローブ要素である、請求項 35 に記載の復元性のある接触構造。
37. 接触構造の端部に対して先端構造を製造する方法において、
シリコンウェーハ上に、少なくとも 1 つの導電材料の少なくとも 1 つの層を堆積するステップと、
上記少なくとも 1 つの導電層の頂部に、マスクング材料の層を堆積するステップと、
上記マスクング材料において開口をパターニングするステップと、
上記開口内に、少なくとも 1 つの導電材料の少なくとも 1 つの層を堆積するステップと、
上記マスクング材料を除去するステップと、
を含む方法。
38. 前記開口内に以前に堆積した少なくとも 1 つの導電材料の前記少なくとも 1 つの層上に、連結材料を堆積するステップを更に含

む、請求項 37 に記載の方法。

39. 前記接触構造の端部に前記先端構造を連結するステップを更に含む、請求項 38 に記載の方法。

- 40. 前記接触構造は、復元性のある接触構造である、請求項 3 9 に記載の方法。
- 41. 前記接触構造は、複合相互接続要素である、請求項 3 9 に記載の方法。
- 42. 前記接触構造は、プローブカード・アセンブリの間隔変換器の頂部に配設される、復元性のある接触構造である、請求項 3 9 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

プローブカード・アセンブリ及びキット、及びそれらを用いる方法

発明の技術分野

本発明は、電子コンポーネント間で一時的な圧力接続をなすことに関し、更に詳細には、半導体素子の実装に先行して、好適には個々の半導体素子が、半導体ウェーハから単一化される前に、半導体素子に関する試験及びエージング手順を実施するための技法に関する。

関連出願に対する相互参照

本願は、同一出願人による1995年5月26日に出願された（状況：係属中）米国特許同時係属出願第08/452,255号（以後、「親事例」と呼ぶ）の一部継続出願であり、同米国特許出願は、同一出願人による1994年11月15日に出願された（状況：係属中）米国特許同時係属出願第08/340,144号、及び1994年11月16日に出願されたその対応PCT特許出願番号PCT/US94/13373（WO 95/14314として1995年5月26日に公告）の一部継続出願であり、それらは両方とも、同一出願による1993年11月16日に出願された（状況：係属中／認可）米国特許同時係属出願第08/152,812号の一部継続出願である。

本願は又、同一出願人による1995年9月21日に出願された（状況：係属中）米国特許同時係属出願第08/526,246号、及び同一出願人による1995年10月18日に出願された（状況：係属中）

米国特許同時係属出願第08/533,584号の一部継続出願でもある。

発明の背景

個々の半導体（集積回路）素子（ダイ）は通常、ホトリソグラフィ、堆積、その他の既知の技法を用いて、半導体ウェーハ上に幾つかの同一素子を作り出すことにより製造される。一般に、これらの工程は、半導体ウェーハから個々のダイを単一化（切断）する前に、完全に機能する複数の集積回路素子を作り出すことを目的とするものである。しかし、実際には、ウェーハ自体におけるある種の物理的欠陥、及びウェーハを処理する際のある種の欠陥が、ダイのうちの幾つかは「良」（完全に機能する）で、ダイのうちの幾つかは「悪」（機能しない）であ

る原因となることは避けられない。ウェーハ上の複数のダイのうちどれが良であるかを、それらの実装の前に、好適には、それらがウェーハから単一化される前に識別できることが一般に望ましい。この目的のために、ウェーハ「試験装置」又は「プローブ装置」を有利に用いて、複数の離散的な圧力接続が、ダイ上の同様に複数の離散的な接続パッド（接着パッド）に対してなされる。このようにして、半導体ダイを、ウェーハからダイを単一化する前に、試験及び動作させることが可能となる。ウェーハ試験装置の慣用的な構成要素は、「プローブカード」であり、これに複数のプローブ要素が接続され、プローブ要素の先端が、半導体ダイの対応する接着パッドに対して圧力接続をもたらす。

ある種の困難性が、半導体ダイにプローブを当てるいずれの技法にもつきものである。例えば、最近の集積回路は、互いに近接して

（例えば、中心間5ミル）配設された何千もの接着パッドを含んでいる。更に、接着パッドのレイアウトは、ダイの周辺エッジの近くに配設される、接着パッドの単一列に限定される必要はない（例えば、米国特許第5,453,583号を参照）。

プローブ要素と半導体ダイの間に信頼性の良い圧力接続をもたらすには、幾つかのパラメータを問題にする必要があり、これらには、限定ではないが、位置合わせ、プローブ力、オーバードライブ、接触力、均衡した接触力、洗浄、接触抵抗、及び平坦化が含まれる。これらパラメータの一般的な議論は、「高密度プローブカード(HIGH DENSITY PROBE CARD)」と題する米国特許第4,837,622号に見出すことができ、これを参照として本明細書に取り込むが、この特許には、プローブ要素の荒成形されたエポキシリングを受けるよう適合した中央開口を備えたユニット式印刷回路基板を含む、高密度エポキシリング・プローブカードが開示されている。

一般に、従来技術のプローブカード・アセンブリには、プローブカードの一表面から片持ち梁として延伸する、複数のタングステン針が含まれる。タングステン針は、上記のようなエポキシリングの仲介等により、プローブカードに任意の適切な仕方を実装される。一般に、いずれの場合でも、針は、プローブカードの端子に針を接続する別個で特異なワイヤの仲介によって、プローブカードの端子

に配線される。

プローブカードは通常、円形リングとして形成され、これらは、リングの内周から延伸する（、及びプローブカードの端子に配線さ

れる）何百ものプローブ要素（針）を備える。回路モジュール、及び好適には等しい長さの導電トレース（線）が、プローブ要素の各々と関連付けられる。このリング形状レイアウトにより、特に各半導体ダイの接着パッドが、半導体ダイの2つの対向エッジに沿った2つの直線アレイ以外で配列される場合、ウェーハ上の単一化されていない複数の半導体ダイ（多数サイト）にプローブを当てることが困難になり、ある場合には不可能になる。

ウェーハ試験装置は、代替として、中央の接触バンプ領域を有するプローブ膜を用いることもでき、これは、「超多ピン数を備えた試験下の半導体素子用の大規模突出膜 (LARGE SCALE PROTRUSION MEMBRANE FOR SEMICONDUCTOR DEVICES UNDER TEST WITH VERY HIGH PIN COUNTS)」と題する、米国特許第5,422,574号に記載されており、これを参照として本明細書に取り込む。この特許には、「試験システムは通常、一連の試験プログラムを実行及び制御するための試験コントローラと、試験の準備としてウェーハを機械的に取り扱い、位置決めするためのウェーハ分配システムと、被試験素子 (DUT) との正確な機械的接触を維持するためのプローブカードからなる。」（第1段落、41-46行）と記載されている。

更なる参考文献を参照として本明細書に取り込むが、これらには、半導体素子の試験における技術状態が表わされ、米国特許第5,442,282号（「TESTING AND EXERCISING INDIVIDUAL UNSINGULETED DIES ON A WAFER」）、同第5,382,898号（「HIGH DENSITY PROBE CARD FOR TESTING ELECTRICAL CIRCUITS」）、同第5,378,982号

（「TEST PROBE FOR PANEL HAVING AN OVERLYING PROTECTIVE MEMBER ADJACENT CONTACTS」）、同第5,339,027号（「RIGID-FLEX CIRCUITS WITH RAISED FEATURE S AS IC TEST PROBE」）、同第5,180,977号（「MEMBRANE PROBE CONTACT BUMP C

OMPLIANCY SYSTEM」)、同第4,757,256号(「HIGH DENSITY PROBE CARD」)、同第4,161,692号(「PROBE DEVICE FOR INTEGRATED CIRCUIT WAFERS」)、及び同第3,990,689号(「ADJUSTABLE HOLDER ASSEMBLY FOR POSITIONING A VACUUM CHUCK」)が含まれる。

一般に、電子コンポーネント間の相互接続は、「相対的に永久な」及び「即座に取り外し可能な」相互接続という2つの広義のカテゴリーに分類できる。

「相対的に永久な」接続の一例として、半田接合がある。一旦2つのコンポーネントが互いに半田付けされると、それらコンポーネントを分離するのに、半田除去工程を用いる必要がある。ワイヤ接着は、「相対的に永久な」接続の他の例である。

「即座に取り外し可能な」接続の一例として、1つの電子コンポーネントの堅固なピンがあり、他の電子コンポーネントの弾力のあるソケット要素によって受容される。ソケット要素は、ピンに対して、それらの間の信頼のある電気接続を保証するのに十分な大きさの接触力(圧力)を及ぼす。

電子コンポーネントと圧力接触をなすことを目的とした相互接続要素は、本明細書において、「スプリング」又は「ばね要素」と呼ぶ。一般に、いくらかの最小接触力が、電子コンポーネントに(例

えば、電子コンポーネント上の端子に)信頼性の良い圧力接触をもたらすのに望まれる。例えば、約15グラム(接触当たり少なくとも2グラム以下、且つ多くて150グラム以上を含む)の接触(荷重)力が、表面上に膜で汚染され、また表面上に腐蝕、又は酸化生成物を有する、電子コンポーネントの端子に信頼性良く電気接続をなすことを保証するのに望まれる。各スプリングに必要な最小接触力には、スプリング材料の降伏強度、又はばね要素の寸法のどちらかを増大させることが必要とされる。一般的な提案として、材料の降伏強度が高くなるほど、加工(例えば、打ち抜き、曲げ等)するのが益々困難になる。そして、スプリングを更に小さく製作したいという望みによって、それらの断面を更に大きく製作することが本質的に不可能になる。

プローブ要素は、本発明に特に関連したばね要素の1つの分類である。従来技

術のプローブ要素は一般に、比較的硬質な（高降伏強度）タングステンから製造される。かかる比較的硬質な材料を電子コンポーネントの端子に実装することが所望である場合、ろう接法等の比較的「過酷な」（例えば、高温）工程が必要とされる。かかる「過酷な」工程は一般に、半導体素子等のいくつかの比較的「脆弱な」電子コンポーネントに関連して、望ましいものではない（また、実現できないことが多い）。それとは対照的に、ワイヤボンディングは、比較的「易しい」工程の一例であり、これは、ろう接法よりも、脆弱な電子コンポーネントに損傷を与えることが場合によってほとんどない。半田付けは、比較的「易しい」工程の他の例で

ある。しかし、半田及び金は共に、比較的軟質な（低降伏強度）材料であり、これらは、ばね要素として十分には機能しない。

スプリング接触を含む相互接続要素に関連した他の微妙な問題は、しばしば、電子コンポーネントの端子が完全には共平面でない点にある。これらの「公差」（総共平面性）を吸収するために、共に組み込まれるある機構に欠けている相互接続要素が、激しく押圧されて、電子コンポーネントの端子と一貫した圧力接触をなすことになる。

以下の米国特許を参照として本明細書に取り込むが、これらには、電子コンポーネントに対して、面対向接続、特に圧力接続をなすことを一般的な問題として言及している。それら米国特許は、米国特許第5,386,344号（「FLEX CIRCUIT CARD ELASTOMERIC CABLE CONNECTOR ASSEMBLY」）、同第5,336,380号（「SPRING BIASED TAPERED CONTACT ELEMENTS FOR ELECTRICAL CONNECTORS AND INTEGRATED CIRCUIT PACKAGES」）、同第5,317,479号（「PLATED COMPLIANT LEAD」）、同第5,086,337号（「CONNECTING STRUCTURE OF ELECTRONIC PART AND ELECTRONIC DEVICE USING THE STRUCTURE」）、同第5,067,007号（「SEMICONDUCTOR DEVICE HAVING LEADS FOR MOUNTING TO A SURFACE OF A PRINTED CIRCUIT BOARD」）、同第4,989,069号（「SEMICONDUCTOR PACKAGE HAVING LEADS THAT BREAK-AWAY FROM SUPPORTS」）、同第4,893,172号（「CONNECTING STRUCTURE FOR ELECTRONIC PART AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME」）、同第4,793,814号（「ELECTRICAL

L CIRCUIT BOARD INTERCONNECT」)、

同第4,777,564号(「LEADFRAME FOR USE WITH SURFACE MOUNTED COMPONENTS」)、同第4,764,848号(「SURFACE MOUNTED ARRAY STRAIN RELIEF DEVICE」)、同第4,667,219号(「SEMICONDUCTOR CHIP INTERFACE」)、同第4,642,889号(「COMPLIANT INTERCONNECTION AND METHOD THEREFOR」)、同第4,330,165号(「PRESS-CONTACT TYPE INTERCONNECTORS」)、同第4,295,700号(「INTERCONNECTORS」)、同第4,067,104号(「METHOD OF FABRICATING AN ARRAY OF FLEXIBLE METALLIC INTERCONNECTS FOR COUPLING MICROELECTRONICS COMPONENTS」)、同第3,795,037号(「ELECTRICAL CONNECTOR DEVICE」)、同第3,616,532号(「MULTILAYER PRINTED CIRCUIT ELECTRICAL INTERCONNECTION DEVICE」)、及び同第3,509,270号(「INTERCONNECTION FOR PRINTED CIRCUITS AND METHOD OF MAKING SAME」)である。

発明の簡単な説明(摘要)

本発明の1つの目的は、半導体素子を、特にそれらが半導体ウェーハ上にある間に、プローブ検査するための技法を提供することである。

本発明の他の目的は、プローブ要素の先端の配向を、プローブカードの位置を変更することなく可能にする、半導体素子にプローブを当てるための技法を提供することである。

本発明の他の目的は、電子コンポーネントの端子に直接実装することが可能である、改良されたばね要素(復元性のある接触構造)を提供することである。

本発明の他の目的は、電子コンポーネントに対して圧力接触をなすのに適した相互接続要素を提供することである。

本発明によれば、プローブカード・アセンブリには、上部表面、下部表面、及びその上部表面における複数の端子を有する、プローブカード(電子コンポーネント)と、上部表面、下部表面、その下部表面における端子から延伸する、第1の複数の復元性のある接触構造、及びその上部表面における端子から延伸する、第2の複数の復元性のある接触構造を有する、介在体(電子コンポーネント)と

、上部表面、下部表面、その下部表面に配設される複数の接触パッド（端子）、及びその上部表面における端子から延伸する、第3の復元性のある接触構造（プローブ要素）を有する、間隔変換器とが含まれる。

介在体は、プローブカードの上部表面と間隔変換器の下部表面の間に配設されて、間隔変換器の配向（平坦性）が、プローブカードの配向を変更することなく調整されることを可能にする。この間隔変換器の配向の調整をもたらすのに適した機構、及び間隔変換器の正確な配向を決定するための技法が、本明細書に開示されている。このようにして、プローブ要素の先端（遠位端）を調整して、プローブ要素の先端と、プローブ検査される半導体素子の対応する接着パッド（端子）との間に、信頼性の良い圧力接触を保証することが可能となる。

代替として、複数の復元性のある接触構造が、介在体構成要素の代わりに、プローブカードの上部表面の端子に直接（すなわち、介

在体の仲介なく）接触させるために、間隔変換器構成要素（すなわち、間隔変換器の下部表面の端子上に製造される）の下部表面に設けられる。

一般に、間隔変換器構成要素によって、その上部表面から延伸する複数の復元性のある接触構造が、比較的微細なピッチ（間隔）で電子コンポーネントの端子（すなわち、半導体素子の接着パッド）と接触すると同時に、その下部表面における間隔変換器（すなわち、接着パッド、又は代替として、復元性のある接触構造）に、比較的粗いピッチで接続することが可能となる。

本発明の1つの態様によれば、プローブカード・アセンブリの間隔変換器、及び介在体構成要素は、プローブカードと共に使用するのに適合した、「キット」として設けられる。任意として、間隔変換器の配向を調整するための機構を、キット内に含めることも可能である。

本発明の1つの態様によれば、間隔変換器構成要素の上部表面から延伸する復元性のある接触構造（プローブ要素）は、「複合相互接続要素」（以下で規定される）である。間隔変換器の下部表面から延伸する復元性のある接触構造の代替の場合にも、これらは同様に「複合相互接続要素」とすることができる。

本発明の1つの態様によれば、介在体構成要素の上部表面、及び下部表面から

延伸する、復元性のある接触構造は、「複合相互接続要素」（以下で規定される）である。

本発明の1つの態様によれば、プローブ要素（間隔変換器構成要

素の上部表面から延伸する、復元性のある接触構造）は、プローブカード・アセンブリの間隔変換器構成要素の端子上に直接製造される、「複合相互接続要素」として好適に形成される。「複合」（多層）相互接続要素が、電子コンポーネントに伸長要素（「コア」）を実装し、スプリング形状を有するように成形して、結果としての複合相互接続要素の物理的（例えば、スプリング）特性を強化し、及び／又は結果としての複合相互接続要素を電子コンポーネントに確実に締結するために、コアに保護膜生成を施すことにより製造される。介在体構成要素の復元性のある接触構造は又、複合相互接続要素として形成することもできる。

「複合」という用語の使用は、本明細書に記載した説明を通じて、用語（例えば、2つ以上の要素から形成される）の「総称的な」意味に一致しており、例えば、ガラス、カーボン、又は樹脂その他の基材に支持される他の繊維等の材料に施されるような試みの他の分野における「複合」という用語の如何なる利用とも混同すべきではない。

本明細書で使用する「スプリング形状」という用語は、先端に加えられる力に対して、伸長要素の端部（先端）の弾性（復元）運動を呈示する、伸長要素の事実上の任意の形状を言う。これには、1つ以上の湾曲部を有するように成形された伸長要素だけでなく、実質的に真っ直ぐな伸長要素も含まれる。

本明細書で使用する「接触領域」、「端子」、「パッド」及び類似の用語は、相互接続要素が実装、又は接触をなす任意の電子コン

ポーネント上の任意の導電領域を言う。

代替として、コアは、電子コンポーネントに実装する前に成型される。

代替として、コアは、電子コンポーネントではない犠牲基板の一部に実装されるか、又は犠牲基板の一部である。犠牲基板は、成形後、且つ保護膜生成の前か後のどちらかで除去される。本発明の1つの態様によれば、各種の構造的特徴を

有する先端は、相互接続要素の接触端に配設できる。（上述した親事例の図 1 1 A-1 1 F も参照されたい。）

本発明の 1 つの実施例の場合、コアは、比較的低い降伏強度を有する「軟質」材料であり、比較的高い降伏強度を有する「硬質」材料で保護膜生成される。例えば、金ワイヤ等の軟質材料が、半導体素子の接着パッドに、（例えば、ワイヤボンディングにより）取り付けられて、ニッケル及びその合金等の硬質材料で、（例えば、電気化学メッキにより）保護膜生成される。

コアの面对向保護膜、単一及び多層保護膜、微細突出部を有する「粗い」保護膜（親事例の図 5 C 及び 5 D も参照されたい）、及びコアの全長、又はコア長の一部のみに延伸する保護膜が記載されている。後者の場合、コアの先端は、電子コンポーネントに接触させるために適切に露出される（親事例の図 5 B も参照されたい）。

一般に、本明細書に記載した説明を通じて、「メッキ」という用語は、コアに保護膜を生成するための多数の技法の一例として用いられる。本発明の範囲内にあるのは、限定ではないが、水溶液から

の材料の堆積を伴う各種工程と、電解メッキと、無電解メッキと、化学気相成長法（CVD）と、物理気相成長法（PVD）と、液体又は固体先行物質の誘導変を通して、材料の堆積を生じせしめる工程と、その他を含む任意の適切な技法によって、コアに保護膜生成することができ、材料を堆積するためのこれら技法の全ては、一般に周知のところである。

一般に、ニッケル等の金属性材料で保護膜生成するために、電気化学的工程が好適であり、特に無電解メッキが好ましい。

本発明の他の実施例の場合、コアは、ばね要素として機能するのに本質的に適した、「硬質」材料の伸長要素であり、一端において、電子コンポーネントの端子に実装される。コア、及び端子の少なくとも隣接領域は、コアの端子への締結を強化する材料で保護膜生成される。このようにして、コアが、保護膜生成に先立って、必ずしも端子に十分実装される必要はなく、電子コンポーネントに潜在的にほとんど損傷を与えない工程を使用して、コアが、後続の保護膜生成に対し

て適所に「仮留め」される。これら「易しい」工程には、端子の軟質部分への硬質コアの端部の半田付け、貼り付け、及び突き刺しが含まれる。

好適には、コアはワイヤの形態をとる。代替として、コアは平坦なタブ（導電性金属リボン）である。

コア及び保護膜の両方に代表的な材料が開示される。

以降では主に、一般的に非常に小さな寸法（例えば、3.0ミル以下）である比較的軟質の（低降伏強度）コアで開始することを伴

う技法を説明する。半導体素子に容易に付着する金等の軟質材料は、一般に、スプリングとして機能するのに十分な復元性が無い。（かかる軟質の金属性材料は、弾性変形ではなく、主に可塑性変形を呈示する。）半導体素子に容易に付着し、また適切な復元性を持つ他の軟質材料は、非導電性であることが多く、これは、大部分の弾性材料の場合にそうである。いずれの場合でも、所望の構造的、及び電気的特性が、コアにわたって施される保護膜により、結果としての複合相互接続要素に付与できる。結果としての複合相互接続要素は、非常に小さく製作でき、更に、適切な接触力も呈示し得る。更に、複数のかかる複合相互接続要素は、それらが、隣接する複合相互接続要素に対する距離（隣接する相互接続要素間の距離は、「ピッチ」と呼ばれる）よりもかなり大きな長さ（例えば、100ミル）を有するとしても、微細ピッチ（例えば、10ミル）で配列できる。

本発明の範囲内にあるのは、複合相互接続要素を、例えば、25ミクロン（ μ m）以下の程度の断面寸法を有する、コネクタ及びソケット用の「超小型スプリング」のような、超小型スケールで製造可能なことである。ミルではなくミクロンで測定される寸法を有する信頼性の良い相互接続を製造できるこの能力は、現存の相互接続技法、及び将来のエリアレイ技法という発展する要求に真っ向から対処する。

本発明の複合相互接続要素は、優れた電気的特性を呈示し、これには、導電率、半田付け可能性、及び低い接触抵抗が含まれる。多くの場合、加えられる接触力に応答した相互接続要素の偏向は、結

果として「拭い」接触となり、これは、信頼性の良い接触をなすのを保証するのに役立つ。

本発明の追加の利点は、本発明の相互接続要素となされる接続が、容易に取り外し可能である点にある。電子コンポーネントの端子に相互接続をもたらす半田付けは、任意であるが、一般にシステムレベルでは好ましくない。

本発明の1つの態様によれば、制御されるインピーダンスを有する相互接続要素を製作するための方法が記載される。これらの技法には、一般に、誘電体材料（絶縁層）で導電コア、又は複合相互接続要素全体を被覆し（例えば、電気泳動的に）、導電材料の外部層で誘電体材料に保護膜生成することが伴う。外部の導電材料層を接地することにより、結果としての相互接続要素は効果的に遮蔽することができ、そのインピーダンスは容易に制御可能となる。（親事例の図10も参照されたい。）

本発明の1つの態様によれば、相互接続要素は、電子コンポーネントへの後での取り付けのために、予め製造することができる。この目的を達成するための各種の技法が、本明細書に記載されている。本書類では特定の保護されていないが、複数の個々の相互接続要素の基板への実装、又は代替として、エラストマーにおいて、又は支持基板上で複数の個々の相互接続要素の懸架を扱う機械を製造することも比較的簡単明瞭であると考えられる。

明確に理解されたいのは、本発明の複合相互接続要素は、その導電特性を強化する、又はその腐食耐性を強化するために被覆されて

いた、従来技術の相互接続要素とは劇的に異なるということである。

本発明の保護膜は、電子コンポーネントの端子への相互接続要素の締結を実質的に強化する、及び／又は結果としての複合相互接続要素に、所望の復元特性を付与することを特定の意図するものである。応力（接触力）は、応力を吸収することを特定の意図する、相互接続要素の部分に向けられる。

また認識されたいのは、本発明は、スプリング構造を製作するための本質的に新規な技法を提供するということである。一般に、結果としてのスプリングの動作構造は、曲げ及び成形の生成物ではなく、メッキの生成物である。これによっ

て、スプリング形状を確立する広範な材料、及びコアの「足場」を電子コンポーネントに取り付けるための各種の「易しい」工程の利用に対して扉が開かれる。保護膜は、コアの「足場」にわたった「超構造」として機能し、その両方が、土木工学の分野においてそれらの原点を有することを意味する。

本発明の特異な利点は、プローブ要素が、ろう接、又は半田付け等の追加の材料を必要とせず、プローブカード・アセンブリの間隔変換器の基質構成要素の端子上に直接製造できる点にある。

本発明の1つの態様によれば、復元性のある接触構造のいずれもが、少なくとも2つの複合相互接続要素として形成される。

本発明の他の目的、特徴、及び利点は、以下の発明の詳細な説明に鑑みて明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

参照は、本発明の好適な実施例に対して詳細になされ、その例は、添付図面に示されている。これらの好適な実施例に関連して本発明を説明するが、理解されたいのは、本発明の精神、及び範囲をこれら特定の実施例に限定することを意図しない、ということである。

図1Aは、本発明の1つの実施例に従った、相互接続要素の一端を含めた長手部分の断面図である。

図1Bは、本発明の他の実施例に従った、相互接続要素の一端を含めた長手部分の断面図である。

図1Cは、本発明の他の実施例に従った、相互接続要素の一端を含めた長手部分の断面図である。

図1Dは、本発明の他の実施例に従った、相互接続要素の一端を含めた長手部分の断面図である。

図1Eは、本発明の他の実施例に従った、相互接続要素の一端を含めた長手部分の断面図である。

図2Aは、本発明に従って、電子コンポーネントの端子に実装されて、多層化シェルを有する相互接続要素の断面図である。

図 2 B は、本発明に従って、中間層が誘電体材料製である、多層化シェルを有する相互接続要素の断面図である。

図 2 C は、本発明に従って、電子コンポーネント（例えば、プローブカード挿入）に実装される、複数の相互接続要素の斜視図である。

図 2 D は、本発明に従って、相互接続要素を製造するための技法の例示的な第 1 ステップの断面図である。

図 2 E は、本発明に従って、相互接続要素を製造するための図 2 D の技法の例示的な更なるステップの断面図である。

図 2 F は、本発明に従って、相互接続要素を製造するための図 2 E の技法の例示的な更なるステップの断面図である。

図 2 G は、本発明に従った、図 2 D - 2 F の技法に従って製造された複数の個々の相互接続要素の断面図である。

図 2 H は、本発明に従った、図 2 D - 2 F の技法に従って製造されて、互いに規定の空間関係に関連した、例示的な複数の相互接続要素の断面図である。

図 2 I は、本発明に従って、相互接続要素を製造するための代替実施例の断面図であり、1 つの相互接続要素の 1 つの端部を示す。

図 3 A は、本発明に従った、介在体の 1 つの実施例の断面図である。

図 3 B は、本発明に従った、介在体の他の実施例の断面図である。

図 3 C は、本発明に従った、介在体の他の実施例の断面図である。

図 4 は、本発明に従った、総括的な間隔変換器の 1 つの実施例の断面図である。

図 5 は、本発明のプローブカード・アセンブリの、部分的に断面を示す分解組立図である。

図 5 A は、本発明に従って、図 5 のプローブカード・アセンブリにおいて用いるのに適した、1 つの間隔変換器構成要素の斜視図である。

図 5 B は、本発明に従って、図 5 のプローブカード・アセンブリ

において用いるのに適した、他の間隔変換器構成要素の斜視図である。

図 5 C は、本発明に従って、図 5 のプローブカード・アセンブリにおいて用いるのに適した、1 つの間隔変換器の下面図である。

図 6 A は、本発明に従って、図 5 のプローブカード・アセンブリにおいて用いるための、代表的な介在体基板の上部表面、又は下部表面のうちどちらかの下面図である。

図 6 B は、本発明に従った、図 6 A に示す介在体構成要素の部分断面図である。

図 7 は、本発明に従って、半導体ウェーハを試験する際に用いるのに整合し、図 5 に示すプローブカード・アセンブリに類似した、1 つのプローブカード・アセンブリの部分断面、及び部分概略図である。

図 7 A は、本発明に従って、間隔変換器構成要素の配向を自動的に調整するための技法の部分断面、及び部分概略図である。

図 8 A は、本発明に従って、プローブ要素に対して先端構造を製造するための技法の断面図である。

図 8 B は、本発明に従った、図 8 A の技法における更なるステップの断面図である。

図 8 C は、本発明に従った、間隔変換器構成要素の部分的に断面を、及び部分的に全体を示す側面図である。

図 8 D は、本発明に従った、図 8 B の先端構造と連結される図 8 C の間隔変換器構成要素の部分的に断面を、及び部分的に全体を示す側面図である。

す側面図である。

図 8 E は、本発明に従って、図 8 B の先端構造と連結される図 8 C の間隔変換器構成要素を連結する際の更なるステップの部分的に断面を、及び部分的に全体を示す側面図である。

発明の詳細な説明

本特許出願は、プローブカードアセンブリ、その構成要素、及びそれらを用いる方法を目指すものである。以下の詳細な説明から明らかとなるが、電子コンポーネントの端子に対して圧力接続をもたらすために、復元性のある接触構造を用

いることが本質的である。好適には、復元性のある接触構造は、「複合相互接続要素」として実施され、これは例えば、1995年5月26日出願され、参照として本明細書に取り込む、上述した米国特許出願第08/452,255号（「親事例」）の開示に記載されている。本特許出願は、図1A-1E、及び図2A-2Iの記載において、親出願に開示される技法の幾つかを要約するものである。

本発明の重要な態様は、（1）結果としての複合相互接続要素の機械的性質を確立し、（2）相互接続要素が電子コンポーネントの1つの端子に実装される場合に、その端子に相互接続要素を確実に締結するために、「複合」相互接続要素が、コア（電子コンポーネントの端子に実装される）で開始し、次いで、適切な材料でコアに保護膜を生成することにより形成できる点にある。このようにして、弾性変形可能な形状へと容易に成形されて、電子コンポーネントの最も脆弱な部分にさえも容易に取り付けられる、軟質材料のコアで

開始することにより、復元性のある相互接続要素（ばね要素）が製造できる。硬質材料からばね要素を形成し、容易には明白でなく、論証可能に直感的でない従来技術を鑑みると、その軟質材料は、ばね要素の基底部を形成可能である。かかる「複合」相互接続要素は、一般に、本発明の実施例に用いるのに、好適な形態の復元性のある接触構造である。

図1A、1B、1C及び1Dは、本発明に従った、複合相互接続要素用の各種の形状を一般的に示す。

以降では主に、復元性を呈示する複合相互接続要素を説明する。しかし理解されたいのは、復元性のない複合相互接続要素も本発明の範囲内に入ることである。

更に、以降では主に、硬質（弾性）材料により保護膜生成される、軟質（容易に成形されて、使い勝手の良い工程により、電子コンポーネントに固定しやすい）コアを有する、複合相互接続要素を説明する。しかし、コアを硬質材料とし得ることも本発明の範囲内にあり、保護膜は、主に、電子コンポーネントに相互接続要素を確実に締結するように機能する。

図1Aにおいて、電気的な相互接続要素110には、「軟質」材料（例えば、

40,000psiよりも少ない降伏強度を有する材料)のコア112と、「硬質」材料(例えば、80,000psiよりも大きな降伏強度を有する材料)のシェル(保護膜)114とが含まれる。コア112は、概ね真っ直ぐな片持ち梁として成形(構成)される伸長要素であり、0.0005から0.0030イ

ンチ(0.001インチ=1ミル≒25ミクロン(μm))の直径を有するワイヤとすることができる。シェル114は、既に成形されたコア112にわたって、適切なメッキ工程(例えば、電気化学メッキ)等の任意の適切な工程により施される。

図1Aは、本発明の相互接続要素に対して恐らく最も簡単な形状と思われるスプリング形状、すなわち、その先端110bにおいて加えられる力「F」に対して、ある角度で配向された真っ直ぐな片持ち梁を示す。かかる力が、相互接続要素が圧力接触している電子コンポーネントの端子により加えられる場合、先端の下方への(図で見て)偏向により、明らかに結果として、先端が端子を横切って移動する、すなわち「拭い」運動となる。かかる拭い接触により、信頼性の良い接触が、相互接続要素と電子コンポーネントの接触端子との間でなされることが保証される。

その「硬質性」のおかげで、またその厚さ(0.00025から0.00500インチ)を制御することにより、シェル114は、相互接続要素110全体に対して、所望の復元性を付与する。このようにして、電子コンポーネント(不図示)間の復元性のある相互接続を、相互接続要素110の2つの端部110aと110bの間にもたすことができる。(図1Aにおいて、参照番号110aは、相互接続要素110の一端を示し、端部110Bに対向した実際の端部は示されていない。)電子コンポーネントの端子に接触する際に、相互接続要素110は、「F」で表記される矢印で示されるような、接触力(圧力)を受けることになる。

相互接続要素(例えば、110)は、加えられる接触力に応答して偏向することになるが、該偏向(復元性)は、相互接続要素の全体形状によって部分的に、

(コアの降伏強度に対して)保護膜材料の優勢な(より大きな)降伏強度により部分的に、また、保護膜材料の厚さにより部分的に決定される。

本明細書で用いる「片持ち式」及び「片持ち梁」という用語は、伸長構造(例えば、保護膜付きコア112)が、一端に実装(固定)されて、他端は、通常、伸長要素の長手方向軸に対して概ね横方向に作用する力に応答して、自由に移動する。これらの用語の使用により、伝達又は暗示を意図する他の特定の、又は限定的な意味は何もない。

図1Bにおいて、電気的な相互接続要素120には、同様に、軟質コア122(112に匹敵)と、硬質シェル124(114に匹敵)とが含まれる。この例の場合、コア122は、2つの湾曲部を有するように成形され、従って、S形状と見なされる。図1Aの例のように、このようにして、電子コンポーネント(不図示)間の復元性のある相互接続を、相互接続要素120の2つの端部120aと120bの間にもたらすことができる。(図1Bにおいて、参照番号120aは、相互接続要素120の一端部を示し、端部120bに対向した実際の端部は示されていない。)電子コンポーネントの端子に接触する際に、相互接続要素120は、「F」で表記される矢印で示されるような、接触力(圧力)を受けることになる。

図1Cにおいて、電気的な相互接続要素130には、同様に、軟

質コア132(112に匹敵)と、硬質シェル134(114に匹敵)とが含まれる。この例の場合、コア132は、1つの湾曲部を有するように成形され、U字形状と見なすことができる。図1Aの例のように、このようにして、電子コンポーネント(不図示)間の復元性のある相互接続を、相互接続要素130の2つの端部130aと130bの間にもたらすことができる。(図1Cにおいて、参照番号130aは、相互接続要素130の一端部を示し、端部130bに対向した実際の端部は示されていない。)電子コンポーネントの端子に接触する際に、相互接続要素130は、「F」で表記される矢印で示されるような、接触力(圧力)を受けられることになる。代替として、相互接続要素130を使用して、「F'」で表記される矢印で示されるように、その端部130b以外で接触をなす

こともできる。

図1 Dは、軟質コア142と硬質シェル144を有する、復元性のある倉庫接続要素140の他の実施例を示す。この例の場合、相互接続要素140は、本質的に簡単な片持ち式（図1 Aに匹敵）であり、湾曲した先端140bは、その長手方向軸に対して横方向に作用する接触力「F」を受ける。

図1 Eは、軟質コア152と硬質シェル154を有する、復元性のある相互接続要素150の他の実施例を示す。この例の場合、相互接続要素150は、概ね「C字形状」であり、好適には僅かに湾曲した先端を備え、「F」で表記される矢印で示されるように、圧力接触をなすのに適している。

理解されたいのは、軟質コアは、任意の弾性変形可能な形状、換言すると、復元性のある相互接続要素に、その先端に加えられる力に应答して弾性的に偏向せしめる形状へと、容易に形成することができるということである。例えば、コアは、慣用的なコイル形状に形成することもできる。しかし、コイル形状は、相互接続要素の全長、及びそれに関連したインダクタンス（その他）、また高周波（速度）で動作する回路へのインダクタンスの悪影響に起因して好ましくない。

シェル、又は多層シェル（以下で説明する）の少なくとも1つの層の材料は、コアの材料よりも大幅に高い降伏強度を有する。従って、シェルは、結果としての相互接続構造の機械的特性（例えば、弾性）を確立する際にコアの影を薄くする。シェル対コアの降伏強度の比率は、少なくとも2：1が好適であり、少なくとも3：1及び少なくとも5：1も含み、10：1程度に高くすることもできる。また明らかなのは、シェル、又は多層シェルの少なくとも外部層は、導電性にすべきであり、シェルがコアの端部を覆う場合には顕著である。（しかし、親事例には、コアの端部が露出される実施例が記載されており、その場合には、コアは導電性でなければならない。）

学術的な観点から、結果としての複合相互接続要素のばね作用（スプリング形状）部分に、硬質材料で保護膜生成することが唯一必要である。この観点から、コアの2つの端部の両方に保護膜生成することは一般に本質的でない。しかし、実際問題としては、コア全体に保護膜生成することが好ましい。電子コンポーネ

ントに締結

(取り付け) られるコアの一端に保護膜生成する特定の理由、及びそれで生じる利点を、以下で更に詳細に論じる。

コア(112、122、132、142)に適した材料には、限定でないが、金、アルミニウム、銅、及びそれらの合金が含まれる。これらの材料は通常、所望の物理的性質を得るために、少量の他の材料で合金化されるが、それらは例えば、ベリリウム、カドミウム、シリコン、マグネシウム、その他である。銀、パラジウム、プラチナ、プラチナ群の元素の金属等の金属又は合金を用いることも可能である。鉛、スズ、インジウム、ビスマス、カドミウム、アンチモン、及びそれらの合金から構成される半田が使用可能である。

電子コンポーネントの端子へのコア(ワイヤ)の一端の面对向取り付け(以下で更に詳細に論じる)は、一般に、(温度、圧力、及び/又は超音波エネルギーを用いて、ボンディングをもたらす)ボンディングしやすい任意の材料(例えば、金)のワイヤであり、これは、本発明を実施するのに適している。非金属材料を含む、保護膜生成(例えば、メッキ)しやすい任意の材料が、コアに使用することも本発明の範囲内である。シェル(114、124、134、144)に適した材料には、(多層シェルの個々の層に関して、以下で論じるように)限定ではないが、ニッケル及びその合金と、銅、コバルト、鉄及びそれらの合金と、両方とも卓越した電流搬送能力、及び良好な接触抵抗特性を呈示する、金(特に硬質の金)及び銀と、プラチナ群の元素と、貴金属と、半貴金属及びそれらの合金、特にプラチナ群の元素及びそれらの合金と、タングステンと、モリブデ

ンが含まれる。半田状の仕上げが所望の場合には、スズ、鉛、ビスマス、インジウム、及びそれらの合金を用いることもできる。

これらの被覆材料を、上記に記載した各種のコア材料にわたって施すために選択される技法は、無論のこと、用途に合わせて変化する。電解メッキ、及び無電解メッキは一般に好適な技法である。しかし、一般には、金のコアにわたってメッキを施すことは、直感的ではない。本発明の1つの態様によれば、金のコアに

わたってニッケルのシェルをメッキする（特に、無電解メッキする）場合、メッキ開始を容易にするために、まず、金のワイヤシステムにわたって薄い銅の開始層を施すことが望ましい。

図1A-1Eに示すような例示的な相互接続要素は、約0.001インチのコア径と、0.001インチのシェル厚を有し、従って、相互接続要素は、約0.003インチの全体径（すなわち、コア径足す2倍のシェル厚）を有する。一般に、シェルのこの厚さは、コアの厚さ（例えば、直径）の0.2-5.0（1/5から5）倍程度となる。

複合相互接続要素に関する幾つかの例示的なパラメータは、以下のようになる。

（a）1.5ミルの直径を有する金のワイヤコアが、40ミルの全長、及び9ミル半径の略C字状湾曲（図1Eに匹敵）を有するように成形され、0.75ミルのニッケルでメッキされ（全体径 $=1.5+2\times0.75=3$ ミル）て、任意として金の50マイクロインチの最終保護膜を受容する。結果としての複合相互接続要素は、約

3-5グラム/ミルのばね定数（k）を呈示する。使用時に、3-5ミルの偏向は、結果として9-25グラムの接触力となる。この例は、介挿物用のばね要素に関連して有用である。

（b）1.0ミルの直径を有する金のワイヤコアが、35ミルの全長を有するように成形され、1.25ミルのニッケルでメッキされ（全体径 $=1.0+2\times1.25=3.5$ ミル）て、任意として金の50マイクロインチの最終保護膜を受容する。結果としての複合相互接続要素は、約3グラム/ミルのばね定数（k）を呈示して、プローブ用のばね要素に関連して有用である。

（c）1.5ミルの直径を有する金のワイヤコアが、20ミルの全長、及び約5ミルの半径の略S字状湾曲を有するように成形され、0.75ミルのニッケル又は銅でメッキされる（全体径 $=1.5+2\times0.75=3$ ミル）。結果としての複合相互接続要素は、約2-3グラム/ミルのばね定数（k）を呈示して、半導体素子上に実装するためのばね要素に関連して有用である。

以下で更に詳細に示すように、コアは、丸い断面を有する必要はなく、むしろシートから延伸する平坦なタブ（矩形断面を有する）とすることもできる。理解されたいのは、本明細書で用いる「タブ」という用語は、「TAB」（テープ自動化ボンディング）と混同すべきでない、ということである。

多層シェル

図2Aは、端子214が設けられる電子コンポーネント212に実装された、相互接続要素210の1つの実施例200を示す。こ

の例の場合、軟質（例えば、金）ワイヤコア216が、一端において端子214にボンディングされ（取り付けられ）、端子から延伸してスプリング形状を有するように構成され（図1Bに示す形状に匹敵）て、自由端216bを有するように切断される。このようにワイヤのボンディング、成形、及び切断は、ワイヤボンディング装置を用いて達成される。コアの端部216aにおける接着剤は、端子214の露出表面の比較的小さい部分しか覆わない。

シェル（保護膜）が、ワイヤコア216にわたって配設され、この例の場合、多層化として示され、内層218と外層220を有し、その両方の層はメッキ工程により適切に施される。多層シェルの1つ以上の層が、硬質材料（ニッケル及びその合金等の）から形成されて、所望の復元性が、相互接続要素210に付与される。例えば、外層220は、硬質材料とすることができ、内層は、コア材料216上に硬質材料220をメッキする際に、緩衝又は障壁層として（あるいは、活性層、接着材層として）機能する材料とすることができる。代替として、内層218を硬質材料とし、外層220を、導電率及び半田付け可能性を含めた優れた電気的特性を呈示する材料（軟質の金等）とすることもできる。半田又はろう接型式の接触が所望の場合、相互接続要素の外層は、それぞれ、鉛－スズ半田又は金－スズろう接材料とすることができる。

端子への締結

図2Aは、総括的に、本発明の他の重要な特徴、すなわち復元性のある相互接続要素が、電子コンポーネント上の端子に確実に締結

できることを示す。相互接続要素の取付端 210a は、相互接続要素の自由端 210b に加えられる圧縮力（矢印「F」）の結果として、大幅な機械的応力を受ける。

図 2A に示すように、保護膜（218、220）は、コア 216 だけでなく、連続して（中断なしに）コア 216 に隣接する端子 214 の残り（すなわち、接着剤 216a 以外）の露出表面全体も覆う。これによって、相互接続要素 210 が、端子に確実に信頼性良く締結され、保護膜材料が、端子への結果としての相互接続要素の締結に対して、実質的に（例えば、50% よりも大きく）寄与する。一般に、必要なのは、保護膜材料が、コアに隣接する端子の少なくとも一部を覆うことだけである。しかし、保護膜材料は、端子の残りの表面全体を覆うことが一般に好ましい。好適には、シェルの各層は金属性である。

一般的な提案として、コアが端子に取付（接着）される比較的小さい領域は、結果としての複合相互接続要素に課せられる接触力（「F」）から生じる応力を吸収するのにあまり適さない。シェルが、端子の露出表面全体（端子へのコア端 216a の取付をなす比較的小さい領域以外の）を覆うおかげで、相互接続構造全体が、端子に確実に締結される。保護膜の接着強度、及び接触力に反作用する能力は、コア端（216a）自体のそれよりはるかに高い。

本明細書で用いる「電子コンポーネント」（例えば、212）という用語には、限定ではないが、相互接続及び介挿基板と、シリコン（Si）又はヒ化ガリウム（GaAs）等の任意の適切な半導体

材料製の半導体ウェーハ及びダイと、生成相互接続ソケットと、試験ソケットと、親事例に記載されているような犠牲部材、要素及び基板と、セラミック及びプラスチックパッケージ、及びチップキャリアを含む半導体パッケージと、コネクタとが含まれる。

本発明の相互接続要素は、特に、以下のものとして用いるのに十分適している。すなわち、

- ・半導体パッケージを有する必要がなく、シリコンダイに直接実装される相互接続要素と、

・電子コンポーネントを試験するために、基板（以下で更に詳細に説明する）からプローブとして延伸する相互接続要素と、

・介挿物（以下で更に詳細に論じる）の相互接続要素である。

本発明の相互接続要素は、それが、硬質材料の付随の通常貧弱なボンディング特性によって制限されることなく、硬質材料の機械的特性（例えば、高い降伏強度）の恩恵を受ける点で類を見ない。これは、親事例に詳しく述べられているように、シェル（保護膜）が、コアの「足場」にわたって「超構造」として機能するという事実により大いに可能になる。ここで、それら2つの用語は、土木工学の環境から借用したものである。これは、メッキが保護（例えば、耐腐食）被覆として用いられ、また、相互接続構造に対して所望の機械的特性を付与するのが一般に不可能である、従来技術のメッキ化相互接続要素とは非常に異なる。また、これは、電気的な相互接続部に施されるベンゾトリアゾール（BTA）等の、任意の非金属性の耐腐食被覆とはある種著しく対照的である。

本発明の多数の利点の中には、複数の自立相互接続構造が、基板の上の共通の高さに対して、減結合コンデンサを有するPCB等のその異なるレベルから、基板上に容易に形成されるので、それらの自由端は互いに共平面にあるという利点がある。更に、本発明に従って形成される相互接続要素の電気的、及び機械的（例えば、可塑及び弾性）特性が共に、特定の用途に対して容易に合わせられる。例えば、所与の用途において望ましいのは、相互接続要素が、可塑及び弾性変形を呈示することである。（可塑変形が望ましいのは、相互接続要素により相互接続されるコンポーネントにおいて、総非平面性を吸収するためである。）弾性的な挙動が所望である場合、相互接続要素が、最小閾値量の接触力を発生して、信頼性の良い接触をもたらすことが必要である。また利点は、接触表面上に汚染膜が偶発的に存在することに起因して、相互接続要素の先端が、電子コンポーネントの端子と拭い接触をなす点にもある。

本明細書で用い、接触構造に適用される「復元性のある」という用語は、加えられた荷重（接触力）に応答して、主に弾性的な挙動を呈示する接触構造（相互接続要素）を意味し、また、「従順な」という用語は、加えられた荷重（接触力

）に応答して、弾性的及び可塑的な挙動の両方を呈示する接触構造（相互接続要素）を意味する。本明細書で用いるような、「従順な」接触構造は、「復元性のある」接触構造である。本発明の複合相互接続要素は、従順な、又は復元性のある接触構造のどちらかの特別な場合である。

多数の特徴は、親事例に詳細に述べられており、限定ではないが、

犠牲基板上に相互接続要素を製造するステップと、電子コンポーネントに複数の相互接続要素を一括転写するステップと、好適には粗い表面仕上げである接触先端を相互接続要素に設けるステップと、一時的、次いで永久的な接続を電子コンポーネントになすために、電子コンポーネント上に相互接続要素を使用するステップと、相互接続要素を、それらの対向端での間隔とは異なる一端での間隔を有するように配列するステップと、相互接続要素を製造するステップと同一工程のステップで、ばねクリップ、及び位置合わせピンを製造するステップと、接続されたコンポーネント間での熱膨張による差異を吸収するように、相互接続要素を使用するステップと、個別の半導体パッケージ（S I M M等の）の必要性を廃除するステップと、任意として、復元性のある相互接続要素（復元性のある接触構造）を半田付けするステップとを含む。

制御されたインピーダンス

図2 Bは、多層を有する複合相互接続要素220を示す。相互接続要素220の最内部（内部の細長い導電要素）222は、上記したように、未被覆コアか、又は既に保護膜生成されているコアのいずれかである。最内部222の先端222bは、適切なマスキング材料（不図示）でマスクされる。誘電体層224が、電気泳動工程等により最内部222にわたって施される。導電材料の外層226が、誘電体層224にわたって施される。

使用時に、外層226を電氣的に接地することにより、結果として、相互接続要素が、制御されたインピーダンスを有することにな

る。誘電体層224用の例示的な材料は、高分子材料であり、任意の適切な仕方
で、且つ任意の適切な厚さ（例えば、0.1－3.0ミル）に施される。

外層 2 2 6 は多層とすることができる。例えば、最内部 2 2 2 が未被覆のコアである例では、相互接続要素全体が復元性を呈示することが所望である場合、外層 2 2 6 のうち少なくとも 1 つの層は、ばね材料である。

ピッチ変更

図 2 C は、複数（図示では多くのうち 6 個）の相互接続要素 2 5 1 … 2 5 6 が、プローブカード挿入（慣用的な仕方ではプローブカードに実装される副アセンブリ）等の電子コンポーネント 2 6 0 の表面上に実装される実施例 2 5 0 を示す。プローブカード挿入の端子及び導電トレースは、図示の明瞭化のために、この図面から省略されている。相互接続要素 2 5 1 … 2 5 6 の取付端は、0. 0 5 – 0. 1 0 インチといった第 1 のピッチ（間隔）で始まる。相互接続要素 2 5 1 … 2 5 6 は、それらの自由端（先端）が 0. 0 0 5 – 0. 0 1 0 インチといった第 2 の微細なピッチとなるように、成形及び／又は配向される。あるピッチから別のピッチへと相互接続をなす相互接続アセンブリは、通常、「間隔変換器」と呼ばれる。

図示のように、相互接続要素の先端 2 5 1 b … 2 5 6 b は、2 つの平行な列状に配列されるが、これは例えば、接着パッド（接点）の 2 つの平行な列を有する半導体素子に接触させる（試験及び／又はエージング時に）ためである。相互接続要素は、他の先端パターン

を有するように配列できるが、これは、アレイ等の他の接点パターンを有する電子コンポーネントに接触させるためである。

一般に、本明細書に開示される実施例を通じて、1 つの相互接続要素しか示さないが、本発明は、複数の相互接続要素を製造して、周辺パターン又は矩形アレイパターンといった、互いに規定の空間関係で複数の相互接続要素を配列することにも適用可能である。

犠牲基板の使用

電子コンポーネントの端子への直接的な相互接続要素の実装を以上に説明した。総括的に言うと、本発明の相互接続要素は、犠牲基板を含む任意の適切な基板の任意の適切な表面に製造、又は実装可能である。

親事例に注目されたいが、これには、例えば電子コンポーネントへの後続の実装のための別個、且つ特異な構造として、複数の相互接続構造（例えば、復元性のある接触構造）を製造する図11A-11Fについての記載、及び犠牲基板（キャリア）に複数の相互接続要素を実装し、次いで電子コンポーネントにひとまとめで複数の相互接続要素を転写する図12A-12Cについての記載がある。

図2D-2Fは、犠牲基板を用いて、先端構造を実施した複数の相互接続要素を製造するための技法を示す。

図2Dは、技法250の第1のステップを示し、マスキング材料252のパターン化層が、犠牲基板254の表面上に施される。犠牲基板254は、例として、薄い（1-10ミル）銅又はアルミニウム箔とすることができ、マスキング材料252は、共通のホトレ

ジストとなる。マスキング層252は、相互接続要素の製造を所望する位置256a、256b、256cにおいて、複数（図示では多くのうち3個）の開口を有するようにパターン化される。位置256a、256b、及び256cは、この意味で、電子コンポーネントの端子に匹敵する。位置256a、256b、及び256cは、この段階で好適に処理されて、粗い又は特徴的な表面模様を有する。図示のように、これは、位置256a、256b、及び256cにおいて、箔254に窪みを形成する型押し治具257で機械的に達成される。代替として、3つの位置での箔の表面を、表面模様を有するように化学的にエッチングすることも可能である。この一般的な目的をもたらすのに適した任意の技法は、本発明の範囲内にあり、例えばサンドブラस्टینگ、ピーニングその他である。

次に、複数（図示では多くのうち1つ）の導電性先端構造258が、図2Eに示すように、各位置（例えば、256b）に形成される。これは、電解メッキ等の任意の適切な技法を用いて達成され、多層の材料を有する先端構造を含む。例えば、先端構造258は、犠牲基板上に施されるニッケルの薄い（例えば、10-100マイクロインチ）障壁層、続いて軟質の金の薄い（例えば、10マイクロインチ）、続いて硬質の金の薄い（例えば、20マイクロインチ）層、続いてニッケルの比較的厚い（例えば、200マイクロインチ）層、軟質の金の最終の

薄い（例えば、100マイクロインチ）層を有する。一般に、ニッケルの第1の薄い障壁層は、後続の金の層が、基板254の材料（例えば、アルミニウム、銅）によって「腐敗」

されるのを防止するために設けられ、ニッケルの比較的厚い層は、先端構造に強度を与えるためであり、軟質の金の最終の薄い層は、容易に接着される表面を与える。本発明は、先端構造を犠牲基板上に形成する方法の如何なる特定例にも限定されない。というのは、これらの特定例は、用途に応じて必然的に変化するためである。

図2Eに示すように、相互接続要素用の複数（図示では多くのうち1つ）のコア260が、例えば、上記した電子コンポーネントの端子に軟質のワイヤコアをボンディングする技法のいずれかによって、先端構造258上に形成される。コア260は次に、上記の仕方では好適には硬質材料262で保護膜生成され、マスキング材料252が次いで除去され、結果として、図2Fに示すように、犠牲基板の表面に実装される複数（図示では多くのうち3つ）の自立相互接続要素264となる。

図2Aに関連して説明した、端子（214）の少なくとも隣接した領域を覆う保護膜材料と同様にして、保護膜材料262は、それらの対応する先端構造258にコア260を確実に締結し、所望の場合、結果としての相互接続要素262に復元特性を付与する。親事例で注記したように、犠牲基板に実装される複数の相互接続要素は、電子コンポーネントの端子に一括転写される。代替として、2つの広範に分岐した経路をとることもできる。

シリコンウェーハを犠牲基板として使用でき、その上に先端構造が製造されること、及びそのように製造された先端構造が、電子コンポーネントに既に実装されている復元性のある接触構造に連結

（例えば、半田付け、ろう接）できることも、本発明の範囲内である。

図2Gに示すように、犠牲基板254は、選択性化学エッチング等の任意の適切な工程により簡単に除去される。ほとんどの選択性化学エッチングは、他方の

材料よりもかなり大きな比率で一方の材料をエッチングし、また、他方の材料は、その工程で僅かしかエッチングされないので、この現象を有利に用いて、犠牲基板の除去と同時に、先端構造におけるニッケルの薄い障壁層が除去される。しかし、必要ならば、薄いニッケル障壁層は、後続のエッチングステップでも除去可能である。これによって、結果として、複数（図示では多くのうち3つ）の個々に離散し特異な相互接続要素264となり、これは点線266で示され、電子コンポーネント上の端子に（半田付け又はろう接等により）後で装着される。

また、言及すべきは、保護膜材料が、犠牲基板及び／又は薄い障壁層を除去する工程で、僅かに薄くされるという点である。しかし、これが生じないほうが好ましい。

保護膜の薄小化を防止するには、金の薄い層、又は例えば、約20マイクロインチの硬質の金にわたって施される約10マイクロインチの軟質の金が、保護膜材料262にわたって最終層として施されることが好ましい。かかる金の外層は、主に、その優れた導電率、接触抵抗、及び半田付け可能性を意図するものであり、障壁層及び犠牲基板の除去に用いることを意図した、ほとんどのエッチング溶液に対して、一般に不浸透性が高い。

代替として、図2Hに示すように、犠牲基板254の除去に先行して、複数（図示では多くのうち3つ）の相互接続要素264が、内部に複数の穴を有する薄いプレート等の任意の適切な支持構造266によって、互いの所望の空間関係で「固定」され、それに基づき犠牲基板が除去される。支持構造266は、誘電体材料、又は誘電体材料で保護膜生成される導電材料とすることができる。シリコンウェーハ又は印刷回路基板等の電子コンポーネントに、複数の相互接続要素を装着するステップといった、更なる処理ステップが次に進行する。加えて、幾つかの用途において、相互接続要素264の先端（先端構造に対向した）が移動しないように安定化することが望ましく、これは特に、そこに接触力が加えられる場合である。この目的のために、また望ましいのは、誘電体材料から形成されたメッシュといった、複数の穴を有する適切なシート268で、相互接続要素の先端の移動に制約を与えることである。

上記の技法250の特異な利点は、先端構造(258)が、事実上任意の所望の材料から形成されて、事実上任意の所望の模様を有する点にある。上述したように、金は、導電性、低い接触抵抗、半田付け可能性、及び腐蝕耐性という卓越した電気的特性を呈示する貴金属の一例である。金は又可鍛性であるので、本明細書に記載の相互接続要素、特に本明細書に記載の復元性のある相互接続要素のいずれかにわたって施される、最終の保護膜とするのに極めて十分適している。他の貴金属も同様に望ましい特性を呈示する。しかし、かかる卓越した電気的特性を呈示する、ロジウム等の幾つかの材料

は、一般に、相互接続要素全体に保護膜生成するのに適切でない。例えば、ロジウムは、著しく脆く、復元性のある相互接続要素上の最終保護膜として十分には機能しない。これに関して、技法250に代表される技法は、この制限を容易に克服する。例えば、多層先端構造(258を参照)の第1の層は、(上記のように金ではなく)ロジウムとすることができ、それにより、結果としての相互接続要素のいかなる機械的挙動にも何の影響を与えることなく、電子コンポーネントに接触させるために、その優れた電気的特性を引き出す。

図21は、相互接続要素を製造するための代替実施例270を示す。この実施例の場合、マスキング材料272が、犠牲基板274の表面に施されて、図2Dに関して上記した技法と同様にして、複数(図示では多くのうち1つ)の開口276を有するようにパターン化される。開口276は、相互接続要素が、自立構造として製造される領域を規定する。(本明細書に記載の説明を通じて用いる、相互接続要素が「自立」であるのは、その一端が、電子コンポーネントの端子、又は犠牲基板のある領域にボンディングされ、また、その他端が、電子コンポーネント、又は犠牲基板にボンディングされない場合である。)

開口内の領域は、犠牲基板274の表面内に延伸する単一の窪みで278示されるように、1つ以上の窪みを有するように、任意の適切な仕方で模様加工される。

コア(ワイヤシステム)280が、開口276内の犠牲基板の表面にボンディングされて、任意の適切な形状を有する。この図示の場

合、例示の明瞭化のために、1つの相互接続要素の一端しか示されていない。他端（不図示）は、電子コンポーネントに取り付けられる。ここで容易に見られるのは、コア280が、先端構造258ではなく、犠牲基板274に直接ボンディングされるという点で、技法270が上述した技法250とは異なるということである。例として、金ワイヤコア（280）が、慣用的なワイヤボンディング技法を用いて、アルミニウム基板（274）の表面に容易にボンディングされる。

工程（270）の次のステップでは、金の層282が、コア280にわたって、また、窪み278内を含む、開口276内の基板274の露出領域上に施される（例えば、メッキにより）。この層282の主な目的は、結果としての相互接続要素の端部に、接触表面を形成することである（すなわち、犠牲基板が除去されると）。

次に、ニッケル等の比較的硬質な材料の層284が、層282にわたって施される。上述したように、この層284の1つの主な目的は、結果としての複合相互接続要素に所望の機械的特性（例えば、復元性）を付与することである。この実施例において、層284の他の主な目的は、結果としての相互接続要素の低い方の（図示のように）端部に製造される接触表面の耐久性を強化することである。金の最終層（不図示）が、層284にわたって施されることになるが、これは、結果としての相互接続要素の電気的特性を強化するためである。

最終ステップにおいて、マスキング材料272、及び犠牲基板2

74が除去され、結果として、複数の特異な相互接続要素（図2Gに匹敵）か、又は互いに所定の空間関係を有する複数の相互接続要素（図2Hに匹敵）のいずれかとなる。

この実施例270は、相互接続要素の端部に模様加工の接触先端を製造するための代表的な技法である。この場合、「ニッケルの金上重ね」接触先端の卓越した一例を説明した。しかし、本明細書に記載の技法に従って、他の類似の接触先端が、相互接続要素の端部に製造可能であることも本発明の範囲内である。この実施例270の別の特徴は、接触先端が、以前の実施例250で意図したような犠牲基板（254）の表面内ではなく、犠牲基板（274）の頂部全体に構成さ

れる点にある。

介在体の概論

上記の技法は、複合相互接続要素を製造するための斬新な技法を一般的に説明するものであり、その物理的特性は、所望の度合いの復元性を呈示するように容易に合わせられる。

一般に、本発明の複合相互接続要素は、介在体として機能する基板に容易に実装（製造）され、介在体は、2つの電子コンポーネントの間に配設され、それらを相互接続し、2つの電子コンポーネントのうちの1つは、介在体の各側に配設される。介在体における輻輳相互接続要素の製造及び使用は、上述の本出願人による米国特許同時係属出願第08/526,426号に詳細に記載されている。

上記の技法は、複合相互接続要素を製造するための斬新な技法を一般的に説明するものであり、その物理的特性は、所望の度合いの

復元性を呈示するように容易に合わせられ、また上記の技法は、かかる複合相互接続要素を用いて、介在体を製造する能力を一般的に説明するものである。

一般に、本発明の複合相互接続要素は、相互接続要素の先端が、半導体素子の選択された領域（例えば、接着パッド）と接触すべく配列されるようにして、基板に容易に実装（製造）される。

親事例は、半導体素子にプローブを当てるための各種技法を開示している。

介在体において、本発明の相互接続要素を用いる趣旨は、上記で述べた。一般に、本明細書に用いる「介在体」とは、基板のことであり、その2つの対向した表面上に接触子を有し、2つの電子コンポーネントの間に配設されて、その2つの電子コンポーネントを相互接続する。時折、介在体が、2つの相互接続要素のうちの少なくとも1つの取り外し（例えば、交換、更新その他のために）を可能にすることが望ましい。

介在体実施例 # 1

図3Aは、本発明の相互接続要素を用いた、介在体の1つの実施例300を示す。一般に、PCB型式の基板等の絶縁基板302には、複数（図示では多くのうち2つ）の導電性スルーホール（例えば、メッキされたバイア）306、30

8その他が設けられ、その各々は、絶縁基板302の上部（上側）表面302a、及び下部（下側）表面302bにおいて露出した導電部分を有する。

1対の軟質コア311及び312が、基板302の上部表面30

2aにおいて、スルーホール306の露出部分に取り付けられる。1対の軟質コア313及び314が、基板302の下部表面において、スルーホール306の露出部分に取り付けられる。同様に、1対の軟質コア315及び316が、基板302の上部表面において、スルーホール308の露出部分に取り付けられ、1対の軟質コア317及び318が、基板302の下部表面において、スルーホール308の露出部分に取り付けられる。次に、コア311-318は、硬質材料302で保護膜生成されて、相互接続構造322及び324が、基板302の上部表面302aに形成され、また相互接続構造326及び328が、基板302の下部表面302bに形成される。このようにして、個々のコア311-318は、スルーホールの対応する露出部分に確実に締結され、相互接続構造322は、相互接続構造326に電気的に接続され、また、相互接続構造324は、相互接続構造328に電気的に接続される。ここで理解されたいのは、各相互接続構造（例えば、322）を1対の相互接続要素（例えば、311、312）として設けることにより、外部コンポーネント（不図示）への更に信頼性の良い接続がもたらされる（すなわち、単一の相互接続要素を用いたよりも）、ということである。

図示のように、相互接続要素311、312、315、及び316の上部グループは全て、同じ形状で形成され、また相互接続要素の下部グループも全て同じ形状を有する。理解されたいのは、相互接続要素の下部グループには、相互接続要素の上部グループとは異なる形状を設けることができ、それにより、基板の下部表面から延

伸する相互接続構造とは異なる機械的特性を有する、絶縁基板の上部表面から延伸する相互接続構造を作り出す機会が与えられる、ということである。

介在体実施例 # 2

図3Bは、本発明の相互接続要素を用いた、介在体の他の実施例330を示す。この実施例の場合、複数（図示では多くのうち1つ）の相互接続要素332が、犠牲基板（不図示）上に所望のパターン（例えば、アレイ）で製造される。支持基板334には、同様に複数の穴336が、対応するパターンで設けられる。支持基板334は、相互接続要素332が、穴336を介して延伸するように、相互接続要素332にわたって配置される。相互接続要素は、穴336を充填する適切な材料338（エラストマー等）によって、支持基板内で緩く保持されて、支持基板の上部及び下部表面の両方から延伸する。次に、犠牲基板は除去される。明らかではあるが、支持基板334（266に匹敵）は、この介在体アセンブリを製造する工程において、犠牲基板（254）に実装される複数の相互接続要素（264に匹敵）上に単純に「落とす」ことができる。

介在体実施例#3

図3Cは、本発明の相互接続要素を用いた、介在体の他の実施例360を示す。この実施例360は、以前に説明した実施例330と類似であるが、相互接続構造362（332に匹敵）が、支持基板364（334に匹敵）の穴366（336に匹敵）内で、支持基板のスルーホール366上のメッキ部368に、相互接続構造3

62の中間部を半田付けすることにより支持される点を除く。やはり、支持基板364（266に匹敵）は、この介在体アセンブリを製造する工程において、犠牲基板（254）に実装される複数の相互接続要素（264に匹敵）上に単純に「落とす」ことができる。

図3B及び3Cは、単一の相互接続要素（332、362）を用いて、2つの電子コンポーネントの対応する端子の単一の接続をもたらすことができる、という事実の例示である。ここで、図3B及び3Cに示すような、本発明の相互接続要素の代わりに、任意の導電要素を用いることもできる、ということを理解され、また、それは本発明の範囲内である。

理解されたいのは、図3A、3B、及び3Cの介在体実施例において、電子コンポーネント（不図示）は、介在体が、その端子（不図示）間で電気的接続をな

すために、介在体（３００、３３０、３６０）の両側に配設される、ということである。

シートからの相互接続要素の形成

上記の説明は主に、軟質ワイヤコアと硬質保護膜が代表例である、成形及び保護膜生成されたワイヤコアから、複合相互接続要素を形成する方法に概ね的を絞った。本発明は又、金属シート、好適には軟質金属シートであり、成形され、好適には硬質材料で保護膜生成される平坦な伸長要素（タブ）を形成するためにパターン化される（型打ち、又はエッチング等により）金属シートから形成される、相互接続要素の形成法にも適用可能である。この内容は、上述の米国特許出願第08/526,246号に詳述されている。

間隔変換器

直ぐ上で説明した図３Ａ－３Ｃは、本発明に応用できる（適切）である、介在体、及びそれらを製作するための技法を記載している。主に、本発明の複合相互接続要素を説明したが、明確に理解されたいのは、リン青銅及びペリリウム銅から本質的に弾性をもって製作されるモノリシック材料から製作されたばね構造を含めて、任意の復元性のある相互接続要素（スプリング）が使用可能である、ということである。

「間隔変換」（時折、「ピッチ拡張」と呼ばれる）は、本発明に適用可能な重要な概念である。簡単に言えば、復元性のある接触構造の先端が、それらの基底部への接続よりも、互いに近接して間隔を開けられる（比較的微細なピッチ）ことが重要である。上記で説明した図２Ｃに示すように、これは、個々のバネ要素（２５１－２５６）を成型及び配向して、互いに収束させ、その結果、個々の復元性のある接触構造が、異なる長さを有する傾向をもたせることにより達成できる。一般に、プローブカード・アセンブリに関連して、プローブ要素（復元性のある接触構造）の全てが、互いに同じ長さを有して、必要とされる複数の信号経路において、一定性が保証されることが非常に重要である。

図４は、本発明に従った、間隔変換器４００の代表的設計を示し、所望の間隔変換は、取り付けられる個々の復元性のある接触構造（不図示）の成型ではなく

、間隔変換器の基板 402 によって達成される。

間隔変換器基板 402 は、上部（図で見て）表面 402 a、及び下部（図で見て）表面 402 b を有し、絶縁材料（例えば、セラミック）と導電材料の交互層を有する多層構成要素として、好適に形成される。この例の場合、1 つの配線層が、2 つ（多数のうち）の導電トレース 404 a 及び 404 b を含むように図示されている。

複数（図示では多くのうち 2 つ）の端子 406 a 及び 406 b が、比較的微細なピッチで（互いに比較的近接して）間隔変換器基板 402 の上部表面 402 a に配設される。複数（図示では多くのうち 2 つ）の端子 408 a 及び 408 b が、比較的粗いピッチで（端子 406 a 及び 406 b に対して、更に互いから離れて）間隔変換器基板 402 の下部表面 402 b に配設される。例えば、下部端子 408 a 及び 408 b は、50-100 ミルのピッチ（印刷回路基板の制約に匹敵）で配設し、上部端子 406 a 及び 406 b は、5-10 ミルのピッチ（半導体ダイの接着パッドの中心間隔に匹敵）で配設することができ、結果として 10:1 ピッチ変換となる。上部端子 406 a 及び 406 b は、それぞれ、導電トレース 404 a 及び 404 b に端子を接続する、それぞれ、関連した導体 410 a / 412 a 及び 410 b / 412 b によって、それぞれ、対応する下部端子 408 a 及び 408 b に接続される。これは全て、多層ランド・グリッド・アレイ（LGA）支持基板、その他に関連して、一般的に周知である。

プローブカード・アセンブリ

図 5 は、プローブカード・アセンブリ 500 の 1 つの実施例を示

し、これは、その主要機能構成要素として、プローブカード 502 と、介在体 504 と、間隔変換器 506 とを含み、半導体ウェーハ 508 に対して一時的な相互接続をなすのに適している。この分解組立の断面図において、例示の明瞭化のために、幾つかの構成要素の幾つかの要素を誇張して示している。しかし、各種の構成要素の垂直方向（図示のように）の位置合わせは、図面の点線で適切に示されている。留意されたいのは、相互接続要素（514、516、524、これ

らは以下で更に詳細に説明する)が部分的ではなく完全に示されている点である。

プローブカード502は、一般に、慣用的な回路基板であり、その上部(図で見て)表面に配設された複数(図示では多くのうち2つ)の接触領域(端子)510を有する。更なる構成要素(不図示)、例えば、能動及び受動電子コンポーネント、コネクタ、その他をプローブカードに実装することもできる。回路基板上の端子510は、通常、100ミルのピッチ(ピッチは上記で規定される)で配列される。プローブカード502は、適切に丸みを帯び、12インチ程度の直径を有する。

介在体504には、基板512(基板302に匹敵)が含まれる。上記のようにして、複数(図示では多くのうち2つ)の復元性のある相互接続要素514が、基板512の下部(図で見て)表面に実装され(それらの近位端により)て、そこから下方(図で見て)に延伸し、また対応する複数(図示では多くのうち2つ)の復元性のある相互接続要素516が、基板512の上部(図で見て)表面に

実装され(それらの近位端により)て、そこから上方(図で見て)に延伸する。上述のスプリング形状のいずれもが、好適には本発明の複合相互接続要素である、復元性のある相互接続要素514及び516に適している。一般的な提案として、相互接続要素514及び516のうち、下側複数514及び上側複数516の両方の先端(遠位端)は、プローブカード502の端子510のピッチに一致するピッチであり、例えば100ミルである。

相互接続要素514及び516は、例示の明瞭化のために、誇張尺度で示されている。典型的には、相互接続要素514及び516は、介在体基板512の対応する下部及び上部表面から、20-100ミルの全体長にまで延伸することになる。一般に、相互接続要素の高さは、所望のコンプライアンスの大きさから決まる。

間隔変換器506には、適切に回路化された基板518(上記の402に匹敵)が含まれ、これは例えば、多層セラミック基板であり、その下側(図で見て)

表面に配設された複数（図示では多くのうち2つ）の端子（接触領域、パッド）520と、その上側（図で見て）表面に配設された複数（図示では多くのうち2つ）の端子（接触領域、パッド）522を有する。この例の場合、下側の複数の接触パッド520は、相互接続要素516の先端のピッチ（例えば、100ミル）で配設され、上側の複数の接触パッド522は、より微細な（近接した）ピッチ（例えば、50ミル）で配設される。これら復元性のある相互接続要素514及び516は、好適であるが、必ずしも本発明の複合相互接続要素（上記の210に匹敵）で

ある必要はない。

複数（図示では多くのうち2つ）の復元性のある相互接続要素524（「プローブ」、「プローブ要素」）が、端子（接触パッド）522に直接（すなわち、端子にプローブ要素を接続するワイヤ等の追加の材料からなる仲介物なく、又は端子にプローブ要素をろう接、半田付けすることなく）実装されて（それらの近位端により）、間隔変換器基板518の上部（図で見て）表面から上方（図で見て）に延伸する。図示のように、これら復元性のある相互接続要素524は、それらの先端（遠位端）が、それらの近位端よりも更に微細なピッチ（例えば、10ミル）で間隔を開けられ、それにより、間隔変換器506のピッチ低減が増強されるように、適切に配列される。これら復元性のある接触構造（相互接続要素）524は、好適であるが、必ずしも本発明の複合相互接続要素（上記の210に匹敵）である必要はない。

プローブ要素（524）が、犠牲基板上に製造され（図2D-2Fに匹敵）、続いて間隔変換器構成要素（506）の端子（522）に個々に実装される（図2Gに匹敵）か、又はそれら端子に一括移転される（図2Hに匹敵）ことが可能であることも、本発明の範囲内である。

周知のように、半導体ウェーハ508には、その前部（図で見て下側）表面に、ホトリソグラフィ、堆積、拡散、その他により形成される、複数のダイ・サイトが含まれる。典型的には、これらのダイ・サイトは、互いに同じに製造される。しかし、周知のように、

ウェーハ自体の欠陥、又はウェーハが、ダイ・サイトの形成に被る工程のいずれかにおける欠陥のどちらかによって、結果として、幾つかのダイ・サイトが、十分に確立した試験基準に従って、機能不全となる可能性がある。しばしば、半導体ウェーハから半導体ダイを単一化する前に、ダイ・サイトにプローブを当てることに付随の困難性に起因して、試験工程は、半導体ダイを単一化、及び実装した後に実施される。欠陥が、半導体ダイの実装後に発見された場合、正味の損失は、半導体ダイの実装に付随する費用により悪化する。半導体ウェーハは通常、少なくとも6インチの直径を有するが、少なくとも8インチも含む。

各ダイ・サイトは通常、多数の接触領域（例えば、接着パッド）を有し、これらは、ダイ・サイトの表面上の任意の場所に、及び任意のパターンで配設できる。ダイ・サイトのうちの1つの2つ（多くのうち）の接着パッド526が図面に示されている。

ダイ・サイトを個々の半導体ダイへと単一化する前に、ダイ・サイトを試験するために、限定数の技法が知られている。代表的な従来技術の技法には、セラミック基板に埋め込まれて、そこから延伸する複数のタングステン「針」を有する、プローブカード挿入の製造が伴い、各針は、接着パッドのうちの所与のパッドに対して、一時的な接続をなす。かかるプローブカード挿入は、高価で、製造するのに幾分複雑であり、その結果として、それらの費用が比較的高くなり、それらを得るのに相当なリードタイムがかかることになる。半導体ダイにおいて可能性のある、各種各様の接着パッドが与えら

れると、各独特の配列には、特異なプローブカード挿入が必要となる。

独特の半導体ダイを製造する速さは、短い所要時間で、製造するのに単純且つ安価であるプローブカードに対する緊急の要求を際立たせる。プローブカード挿入として、間隔変換器（506）及び介在体（504）を用いることが、この抑止できない要求に真っ向から対処する。使用時に、介在体504は、プローブカード502の上部（図で見て）表面に配設され、間隔変換器506は、相互接続要素514が、プローブカード502の接触端子510と信頼性の良い圧力接触をなして、相互接続要素516が、間隔変換器506の接触パッド520と信頼

性の良い圧力接触をなすように、介在体 504 の頂部（図で見て）に積み重ねられる。これらの構成要素を積み重ねて、かかる信頼性の良い圧力接触を保証するのに、適切な任意の機構を使用することができ、その適切な機構を以下で説明する。

プローブカード・アセンブリ 500 は、介在体 504 と間隔変換器 506 をプローブカード 502 上に積み重ねるために、以下の主要な構成要素を含む。すなわち、

- ステンレス鋼等の堅固な材料製の背部実装プレート 530 と、
- ステンレス鋼等の堅固な材料製のアクチュエータ実装プレート 532 と、
- ステンレス鋼等の堅固な材料製の前部実装プレート 534 と、
- 外部の差動ネジ要素 536、及び内部の差動ネジ要素 538 を含

む、複数（図示では多くのうち 2 つであるが、3 つが好適である）の差動ネジと、リン青銅等の弾力のある材料から好適に製作されて、そこから延伸する弾力のあるタブ（不図示）の 1 つのパターンを有する、実装リング 540 と、

実装リング 540 を前部実装プレート 534 に、それらの間に捕捉された間隔変換器 506 と共に保持するための複数（図示では多くのうち 2 つ）のネジ 542 と、

任意として、製造公差を吸収するために、実装リング 540 と間隔変換器 506 の間に配設されるスペーサリング 544 と、

差動ネジ（例えば、内部の差動ネジ要素 538 の頂部）の頂部（図で見て）に配設される、複数（図示では多くのうち 2 つ）の枢軸球 546 である。

背部実装プレート 530 は、プローブカード 502 の下部（図示のように）表面に配設された、金属プレート又はリング（リングとして図示）である。複数（図示では多くのうち 1 つ）の穴 548 が、背部実装プレートを介して延伸する。

アクチュエータ実装プレート 532 は、背部実装プレート 530 の下部（図示のように）表面に配設された、金属プレート又はリング（リングとして図示）である。複数（図示では多くのうち 1 つ）の穴 550 が、アクチュエータ実装プレートを介して延伸する。使用時に、アクチュエータ実装プレート 532 は、ネジ

(例示の明瞭化のために図面からは省略されている)等による任意の適切な仕方で、背部実装プレート530に固定される。

前部実装プレート534は、堅固な、好適には金属のリングである。使用時に、前部実装プレート534は、プローブカード502を介した対応する穴(例示の明瞭化のために図面からは省略されている)を貫通するネジ(例示の明瞭化のために図面からは省略されている)等による任意の適切な仕方で、背部実装プレート530に固定され、それによって、プローブカード502は、前部実装プレート534と背部実装プレート530の間で確実に捕捉される。

前部実装プレート534は、プローブカード502の上部(図で見て)表面に対して配設される、平坦な下部(図で見て)表面を有する。前部実装プレート534は、図示のように、それを介する大きな中央開口を有し、これは、プローブカード502の複数の接触端子510が、前部実装プレート534の中央開口内にあるのを可能にすべく寸法決められる、内部エッジ552によって規定される。

上述のように、前部実装プレート534は、平坦な下部(図で見て)表面を有するリング状構造である。前部実装プレート534の上部(図で見て)表面には、段差が付けられ、前部実装プレートは、その内部領域よりも、その外部領域において厚く(図で見て、垂直方向の大きさ)なっている。段差、又は肩部は、点線(554で表記)の位置に配置されて、間隔変換器506が、前部実装プレートの外部領域を外して、前部実装プレート534の内部領域上に載ることを可能にすべく寸法決められる(しかし、お分かりと思うが、間隔変換器は、実際には枢軸球546上に載る)。

複数(図示では多くのうち1つ)の穴554が、前部実装プレ-

ト534を少なくとも部分的に介して、その上部(図で見て)表面から、前部実装プレート534の外部領域へと延伸し(これらの穴は、図面では、前部実装プレート534を部分的にしか介さずに延伸するよう示されている)、これらはお分かりのように、対応する複数のネジ542の端部を受ける。この目的のために

、穴554はねじ切り穴である。これによって、間隔変換器506を、実装リング540で前部実装プレートに固定し、ゆえにプローブカード502に対して押圧することが可能になる。

複数（図示では多くのうち1つ）の穴558が、前部実装プレート534の厚い内部領域を完全に介して延伸し、プローブカード502を介して延伸する対応した複数（図示では多くのうち1つ）の穴560と位置合わせされ、順に、背部実装プレート内の穴548、及びアクチュエータ実装プレート538内の穴550と位置合わせされる。

枢軸球546は、内部の差動ネジ要素538の上（図で見て）端において、整合した穴558及び560内で緩く配設される。外部の差動ネジ要素536は、アクチュエータ実装プレート532の（ねじ切り）穴550内へと通され、内部の差動ネジ要素538は、外部の差動ネジ要素536のねじ切りボア内へと通される。このようにして、非常に微細な調整を、個々の枢軸球546の位置においてなすことができる。例えば、外部の差動ネジ要素536は、72ネジ/インチの外部ネジ山を有し、内部の差動ネジ要素538は、80ネジ/インチの外部ネジ山を有する。アクチュエータ実装プレ

ート532内へと、1回転、外部の差動ネジ要素536を進ませて、対応する内部の差動ネジ要素538を静止状態（アクチュエータ実装プレート532に相対して）に保つことにより、対応する枢軸球の正味の位置変化は、「プラス」1/72（0.0139）インチ「マイナス」1/80（0.0125）インチ、すなわち0.0014インチとなる。これによって、プローブカード502に面向した間隔変換器506の平面性の手軽で精密な調整が可能になる。ゆえに、プローブ（相互接続要素）の先端（図で見て、上端）の位置変更が、プローブカード502の配向を変えることなく可能となる。この特徴と、プローブの先端の位置合わせを実施するための技法と、間隔変換器の平面性を調整するための代替機構（手段）の重要性を、図7に関連して、以下で更に詳細に説明する。明らかではあるが、介在体504は、介在体の2つの表面に配設された復元性のある又は従順な接触構造のおかげで、間隔変換器の調整範囲を通じて、電気的接続が、間

隔変換器506とプローブカード502の間で維持されることを保証する。

プローブカード・アセンブリ500は、以下のステップによって簡単に組み立てられる。すなわち、

相互接続要素514の先端が、プローブカード502の接触端子510と接触するように、前部実装プレート534の開口552内に介在体504を配置するステップと、

相互接続要素516の先端が、間隔変換器506の接触パッド520と接触するように、介在体504の上部に間隔変換器506を

配置するステップと、任意ステップであって、

間隔変換器506の頂部に、スペーサ544を配置するステップと、

スペーサ544にわたって実装リング540を配置するステップと、

実装リング540を介したネジ542を、スペーサ544を介して、前部実装プレート534の穴554内に挿入するステップを含む任意ステップと、

背部実装プレート530及びプローブカード502を介して、前部実装プレート534の下部（図で見て）表面内のねじ切り穴（不図示）内に、ネジ（1つは符号555として部分的に図示される）を挿入することにより、「サブアセンブリ」をプローブカード502に実装するステップである。

アクチュエータ実装プレート538が、次いで、背部実装プレート530に組み付けられ（例えば、そのうちの1つが、556として部分的に図示されるネジで）、枢軸球560が、アクチュエータ実装プレート532の穴550内に落とされて、差動ネジ要素536及び538が、アクチュエータ実装プレート532の穴550内に挿入できる。

このようにして、プローブカード・アセンブリがもたらされ、これは、今日の接着パッド間隔に見合っている微細ピッチで、半導体ウェーハからのダイの単一化に先行して、半導体ダイ上の複数の接着パッド（接触領域）と接触させるために、アセンブリから延伸す

る複数の復元性のある接触構造（524）を有する。一般に、使用時には、アセ

ンブリ５００は、図示のところから上側を下にして使用されることになり、半導体ウェーハは、復元性のある接触構造（５２４）の先端へと押し上げられる（図示しない外部機構により）。

図面から明らかなように、前部実装プレート（ベースプレート）５３４は、プローブカード５０２と面対向の介在体５０４の位置を決定する。プローブカード５０２と面対向した前部実装プレート５３４の正確な位置決めを保証するために、複数の位置合わせ特徴（図示の明瞭化のために図面から省略されている）、例えば、前部実装プレートから延伸するピン、及びプローブカード５０２内へと延伸する穴を設けることができる。

任意の適切な復元性のある接触構造（５１４、５１６、５２４）が、それぞれ介在体、又は間隔変換器上の接触領域にろう接、又は半田付けされる、リン青銅材料その他のタブ（リボン）を含む、介在体（５０４）及び／又は間隔変換器（５０６）上に用いることも、本発明の範囲内である。

介在体（５０４）及び間隔変換器（５０６）が、上述した本出願人による同時係属のPCT/US94/13373の図２９の要素４８６として記載され、介在体基板から延伸する、ばねクリップ等によって、互いに予備組み付け可能であることも、本発明の範囲内である。

介在体（５０４）を省いて、その代わりに、５１４に匹敵する複数の復元性のある接触構造を、間隔変換器の下側表面の接触パッド（５２０）に直接実装することも、本発明の範囲内である。しかし、

プローブカードと間隔変換器の間で共平面性を達成することは困難であろう。介在体の主な機能は、かかる共平面性を保証するコンプライアンスをもたらすことである。

図５Ａは、図５のプローブカード・アセンブリ５００に適した間隔変換器基板５１８の斜視図である。そこに示されるように、間隔変換器基板５１８は、長さ「Ｌ」、幅「Ｗ」、及び厚さ「Ｔ」を有する矩形の立体が適している。この図で、間隔変換器基板５１８の上部表面５１８ａは見えており、そこに、プローブ検査の相互接続要素（５２４に匹敵）が実装される。図示のように、複数（数百等

)の接触パッド522が、その所定領域において、間隔変換器基板518の上部表面518aに配設される。この所定領域は、570で表記される点線で示され、明らかなように、接触パッド522は、その所定領域570内において、任意の適切なパターンで配列することができる。

上述したように、間隔変換器基板518は、多層セラミック基板として適切に形成され、セラミック材料とパターン化された導電材料の交互層を有する。

かかる多層セラミック基板の製造は、周知のところであり、例えばランド・グリッド・アレイ(LGA)半導体パッケージの製造の際に用いられる。かかる多層基板内でパターン化された導電材料を適切に経路指定することにより、基板518の上部表面518aの接触パッド522のピッチとは異なる(例えば、より大きい)ピッチで、基板518の下部表面(この図では見えない)に接触パッド

(この図では見えないが、520に匹敵)を配設すること、及び基板518内部で互いに、接触パッド520を接触パッド522と接続することが簡単明瞭である。かかる基板上で、接触パッド520と接触パッド522の間の約10ミルのピッチを達成することは、大いに実現可能である。

図5Aは、間隔変換器基板518の好適な特徴を示す。上述したように、基板518は、上部表面518a、下部表面(この図では視界から隠れている)、及び4つの側部エッジ518b、518c、518d、518eを有する矩形立体である。図示のように、ノッチ572b、572c、572d及び572eが、対応する側部エッジ518b、518c、518d及び518eと、基板518の上部表面518aとの交差部に沿って、また対応する側部エッジ518a-518eのほぼ全体長(角部を除いた)に沿って設けられる。これらのノッチ572b-572eは、多層セラミック構造としての間隔変換器の製造を概ね容易にし、図5の例示にも見えている。ここで理解されたいのは、ノッチは必ずしも必要ではないということである。明らかではあるが、基板518の4つの角部にはノッチがない(これは、セラミックの多層基板を製作する工程により基本的に示される)ので、実装プレート(図5の540)は、これらの角部の「特徴」に明確に適応する必要がある。

図5 Bは、以前に説明した間隔変換器518に匹敵し、図5のプロブカード・アセンブリ500に同様に使用可能である、間隔変換器574の1つの実施例を示す。この場合、複数（図示では多く

のうち4つ）の領域570a、570b、570c及び570dが規定され、その各々内に、複数の接触パッド522a、522b、522cを、任意の所望パターンで容易に配設することができる。概ね意図するところは、領域570a－570dの間隔が、半導体ウェーハ上のダイ・サイトの間隔に対応するので、複数のダイ・サイトを、プロブカードの単一「パス」で同時にプロブ検査可能である点である。（これは、1つの半導体ウェーハ上にある多数のメモリチップにプロブを当てるのに特に有用である。）典型的には、基板574の領域570a－570d内の対応する接触パッド522a－522dのパターンは、互いに同一とはならないが、これは、絶対的に必要というわけではない。

図5Bの例示は、単一の間隔変換器に、半導体ウェーハ上の複数（例えば、図示では4つ）の隣接したダイ・サイトにプロブを当てる（圧力接触をなす）ために、プロブ要素を設けることが可能であることを明らかに実証している。これは、ウェーハ上のダイ・サイトの全てにプロブを当てるのに必要なセットダウン（ステップ）数の低減に有利である。例えば、1つのウェーハ上に100個のダイ・サイトと、間隔変換器上に4組のプロブ要素が存在すると、ウェーハに必要なのは、間隔変換器に対して25回の位置決めだけである（この例の目的のために、ウェーハのエッジ（周辺）での効率が、幾分減衰されることを無視したとして）。プロブ・サイト（例えば、570a－570d）の配列だけでなく、個々のプロブ要素（例えば、千鳥状の）の配向も、ウェーハ全体にプロブ

を当てるのに必要なタッチダウン数を最小化すべく最適化できることは、本発明の範囲内である。交互のプロブ要素が、ウェーハ上の2つ隣のダイ・サイトの異なるダイ・サイトと接触するようにして、プロブ要素が、間隔変換器の表面に配列可能であることも、本発明の範囲内である。プロブ要素が全て、同じ全体長を有することが一般に望ましいという前提の場合、明らかではあるが、プ

プローブ要素が、間隔変換器の2次元表面上のいかなる点にも直接取り付け（実装）可能であるという、制約を受けない仕方は、プローブ要素のプローブカードへの取付け場所に制約を与えるいずれの技法よりも優れている（例えば、上記のようなリング配列）。このようにして、1つのウェーハ上の複数の隣接しないダイ・サイトにプローブを当てられることも、本発明の範囲内である。本発明は、1つのウェーハ上の単一化されていないメモリ素子にプローブを当てることに特に有利であり、また、任意のアスペクト比を有するダイ・サイトにプローブを当てるのに有用である。

図5Cは、間隔変換器基板518の下部表面における接触パッド520の例示的なレイアウトを示し、パッド520は、100ミルのピッチを有するパターンで配列され、パッドの各列は、パッドの隣接列から千鳥状にされ、また各パッドは、約55ミルの直径を有する。

図6Aは、例示的な介在体基板580（512に匹敵）の上部表面、又は下部表面のいずれかの平面図であり、相互接続要素（514、516）が実装される導電領域（図5には不図示、図3Aに匹

敵）の例示的なレイアウトを示す。図6Bは、同一の介在体基板580の一部の断面図である。図6Bに示すように、複数のメッキされたスルーホール582が、基板580を介して、その一方の表面580aから対向する表面580bに延伸する。基板（板）自体は、メッキされたスルーホールを製造するための慣用的な技法を用いて、慣用的な回路基板材料から形成される。この例の場合、「ベース」基板584は、銅の層である、極めて薄い（例えば、100マイクロインチ）「ブランケット」層586で初期に被覆される。ホトレジスト層588が、基板の両面に施されて、スルーホール582のメッキ上がりを可能にする開口を有するようにパターン化される。スルーホール582は、約1ミルの厚い銅層でメッキされ、この層にわたって、ニッケルの層である、薄い（例えば、少なくとも100マイクロインチ）障壁層592が堆積され、この層にわたって、軟質（純）金の薄い（例えば、少なくとも50マイクロインチ）層594が堆積される。次に、ホトレジスト層588が除去されて、初期の極めて薄い銅層586の痕跡

が、メッキされたスルーホール582の外側領域から除去される。図6Aに示すように、メッキされたスルーホール582により形成される各接触領域の平面図は、円形リングの平面図であり、そこから延伸する1つのタブを備える。このタブは、基板580の表面において露出した（相互接続要素の実装のために）スルーホールの導電領域（パッド）の配向を規定する。パッドは、100ミルのピッチの千鳥列で配列され、それらの配向（それらのタブにより決定される）は、基板表面の中央線にお

いて反転する。

上記の例示的なプローブカード・アセンブリ500に関して、以下の寸法、及び材料が、所定用途に対して代表的である。

a. 間隔変換器基板518は、2.5インチの長さ（L）、2.5インチの幅（W）、0.25インチの厚さ（T）、及びセラミックとパターン化された導体からなる少なくとも3つの交互層を有する。

b. 赫々変換器基板518から延伸する相互接続要素524は、本発明の複合相互接続要素であり、1.0ミルの直径の金ワイヤコアを有し、これは、1.5ミルのニッケルで保護膜生成され、4.0ミルの全体径となる。相互接続要素524の全長は40ミルである。

c. 介在体基板512は、慣用的な回路基板材料から形成され、1.850インチの側寸法、及び16ミルの厚さを有する。

d. 介在体基板512から延伸する相互接続要素514及び516は、本発明の複合相互接続要素であり、1.0ミルの直径の金ワイヤコアを有し、これは、1.5ミルのニッケルで保護膜生成され、4.0ミルの全体径となる。相互接続要素514及び516の全長は60ミルである。

相互接続要素514及び516が、単一の相互接続要素として図5に示されるが、図示の各々の要素は、図3Aに関連して上記で説明したようにして、2つ以上の相互接続要素を有する1つの相互接続構造として容易に実施されて、信頼性の良い圧力接触を、プロー

ブカード502の対応する接触端子510、及び間隔変換器506の接触パッド520に対してなすのが保証されることは、本発明の範囲内であり、また、一般に好適である。

明確に理解されたいのは、間隔変換器(506、518、574)、及び介在体(504、580)が、末端ユーザに「キット」(又は「サブアセンブリ」)として供給可能であり、その場合に、末端ユーザは、プローブカード及び関連実装ハードウェア(例えば、530、532、534、536、538、540、544)を供給することになるということである。

図面及び以上の説明において、本発明を詳細に例示及び説明してきたが、本発明は、文面における限定としてではなく、例示として見なされるべきである。すなわち、ここで理解されたいのは、好適な実施例のみを図示及び説明したこと、及び本発明の趣旨内に入る全ての変形及び修正も、望ましく保護されるということである。疑うべくもなく、上記の「主題」に関する多数の他の「変形例」も、本発明の最も近くに属する、当該技術で通常の知識を有する者が想到するであろうし、また本明細書に開示されるような変形例は、本発明の範囲内にあることを意図するものである。これら変形例の幾つかは、親事例に記載されている。

プローブカード・アセンブリの位置合わせ

図7は、図5のプローブカード・アセンブリ500等のプローブカード・アセンブリを位置合わせする技法700を示す。この目的のために、この図において、図5のプローブカード・アセンブリ5

00の要素の幾つかが同じ符号(5 x x)を持つ。図7は、主要構成要素が互いに接触した、部分的組立図である。

本発明が真っ向から対処する問題は、試験しようとする半導体ウェーハに対して、プローブカード(又は、プローブカード挿入)の接触先端を位置合わせするのが困難であることが多い、という点である。プローブの先端とウェーハの表面との共平面性に関する公差を最小限に保って、各プローブ(すなわち、復元性のある接触構造524)の各先端524a(図で見て、上端)において、均一で信

頼性の良い圧力接触を保証することが本質的である。上記で説明したように、プローブカード・アセンブリには、間隔変換器 506 に基づいて動作させることにより、プローブの先端 524a の平面性を調整するための機構（例えば、差動ネジ 536 及び 538）が設けられる。この図において、間隔変換器基板 506 は、上記の図 4 に示すようにして、その上部端子と下部端子の間に内部接続がなされて示されている。

プローブカード・アセンブリを使用して、半導体ウェーハに関する試験を実施する前に、プローブ先端の整合性が測定され、必要であれば、プローブ先端 524a が、プローブカード・アセンブリに続いて提供される（すなわち、プローブ先端に対して押圧される）半導体ウェーハと共平面となることを保証するように調整される。

一般に、プローブカード・アセンブリが実装されるウェーハ試験装置は、半導体ウェーハをプローブカード・アセンブリへと搬送して、プローブ先端 524a に対して半導体ウェーハを押圧するため

の機構（不図示）を有する。この目的のために、半導体ウェーハは、チャック機構（不図示）により保持される。この説明の目的のために、仮定として、試験装置及びチャック機構が、精密で反復可能な場所及び配向へと、ウェーハを次々に移動させることが可能であるとする。ここで、ウェーハの精密な場所は、「基準面」として機能する。

本発明によれば、半導体ウェーハの期待される配向と面対向して、換言すれば、基準面と面対向して先端 524a を位置合わせするために、平坦な導電金属プレート 702 が、半導体ウェーハの代わりに試験装置内に実装される。平坦な金属プレート 702 は、プローブの先端 524a を位置合わせするという目的のために、「代用」ウェーハ、又は「仮想」ウェーハとして機能する。

各プローブ 524 は、プローブカード 502 上の複数の端子（不図示）のうちの 1 つの端子と関連付けられ、それらの間の導電経路は、プローブ 524 のうちの選択された 1 つ、復元性のある接触構造 516 のうちの関連する選択された 1 つ、復元性のある接触構造 514 のうちの関連する選択された 1 つ、及びプロー

ブカード502内の配線層（不図示）によって構成される。プローブカード端子は、表面端子、ソケットの端子、その他の形式とすることができる。ケーブル704が、プローブカード502と、表示モニタ708を有するコンピュータ（試験装置）との間を接続する。本発明は、コンピュータ装置の使用にも、表示モニタの使用にも限定されない。

この例において、仮定として、100個の圧力接触を、 10×1

0の矩形アレイに配列される100個のプローブ先端524aと、1つのウェーハの100個の端子（例えば、接着パッド）との間にもたすことが求められるとする。しかし、本発明は、プローブ先端の特定数、及び接着パッドの特定レイアウトには限定されない。

平坦な金属プレート702は、チャック（不図示）により担持されて、プローブ先端524aに対して押圧される（表記「A」の矢印で示すように進められる）。これは比較的徐々に行われ、その結果、プローブ先端524aが全て、平坦な金属プレートに一斉に（見込みはないが）接触するかどうか、又はプローブ先端524aの幾つかが、プローブ先端524aの残りに先行して、平坦な金属プレート702により接触されるかどうかを確認できる。図示において、モニタ708上の領域710内の71個の塗りつぶし円（ドット）は、プローブ先端524aのうちの71個が、プローブ先端524aの残りの29個（空白の円として図示）が平坦な金属プレート702に接触する前に、平坦な金属プレート702に既に接触していることを示す。この視覚的表現に基づいて、明らかであるが、間隔変換器506（又は、恐らく、金属プレート702）は、左（図で見て）下方へと（図で見て、頁から外に）偏って（傾いて）おり、間隔変換器506の配向は、差動ネジ536及び538の適切な調整によって、容易に調整可能である。

..... プローブカード502の配向を変更することなく、プローブ先端524aの全てが、平坦な金属プレート702と実質的に同時に接触するような、平坦な金属プレート702との先端524aの全て

の平面同時接触の所望目標を達成するのに必要な調整は、オンライン、又はオフラインのどちらかで容易に計算される。計算された調整をなすことにより、プローブ524の先端524aは、続いて、試験しようとする半導体ウェーハ上の接着パッドと、実質的に同時に接触することになる。

以前の段落で説明した試験の「可／否」（接触／非接触）型式は、本発明のプローブカード・アセンブリにより容易となる、第1「番目」の位置合わせを示す。第2「番目」の位置合わせは、プローブ要素先端が金属プレートに接触するシーケンス（順番）を記録する（例えば、コンピュータ・メモリに）ことにより、容易に実施される。金属プレートに接触する最初の先端は、一般に、あまりにも「高い」、間隔変換器の角部を表し、下げる必要がある（例えば、差動ネジを調整することにより）。同様に、金属プレートに接触する最後の先端は、あまりにも「低い」、間隔変換器の角部を表し、上げる必要がある（例えば、差動ネジを調整することにより）。金属プレートに接触する先端のシーケンスに基づいて、なすべき必要のある調整を決定するために、任意の適切なアルゴリズムを使用可能なことは、本発明の範囲内である。各プローブ先端524aと平坦な金属プレート702の間の抵抗（例えば、接地に対する）を測定して、単に、表示モニタ上の塗りつぶされていない円に対する塗りつぶされた円としてではなく、測定された抵抗を表す、数値、記号、ドット色又はその他として表示可能であるが、かかることは一般に好適ではない。

間隔変換器506の配向を調整する、換言すれば、プローブ524の先端524aを平坦化するために、任意の適切な機構を使用可能なことは、本発明の範囲内である。上記で説明した差動ネジ（536、538）の利用の代替例は、サーボ機構、圧電駆動装置又はアクチュエータ、磁気歪み装置、それらの組合せ（例えば、粗調及び微調のために）、又はかかる平坦化を達成するその他を利用することであろう。

図7Aは、間隔変換器（ここには不図示）の空間配向を調整するための自動化技法750を示す。この例において、アクチュエータ機構552（「ACT」で表記）が、差動ネジ（536、538）に対して置き換えられて、コンピュータ

706からの信号に応答して作動する。3つのかかる機構552で、単純明瞭に、3対の差動ネジ要素を置き換えることができる。図7Aの類似の要素には、図7に見られる同一の符号が付され、図7に見られる幾つかの要素は、図示の明瞭化のために、図7Aの視界から省かれている。

間隔変換器(506)を平坦化するための機構(特に、図7Aに示す自動化機構)が、本明細書に記載の代表的な実施例に示す以外に配設可能なことも、本発明の範囲内である。例えば、適切な機構が、プローブカード(502)の上部(図で見て)表面と前部実装プレート(534)との間に配置可能であり、又は前部実装プレート(534)内に組み込むことも可能である。これらの機構のいずれかを用いることの重要な特徴は、プローブカード(502)の配向を変更する必要なく、間隔変換器(506)の角度(配向)を変

更できる能力にある。

プローブ要素用先端構造の予備製造、プローブ要素の処理、及びプローブ要素への先端構造の連結

上記で説明した図2D-2Fは、犠牲基板(254)上に先端構造(258)を製造して、続く、電子コンポーネントの端子への実装のために、先端構造(258)上に複合相互接続要素264を製造するための技法を開示している。かかる技法は、間隔変換器(518)の上部表面に、製造済みの先端構造を有する複合相互接続要素を実装することに関連して、確かに使用可能である。

図8Aは、間隔変換器の頂部にある復元性のある接触構造として特に有用な、製造済みの先端構造を有する複合相互接続要素を製造するための代替技法800を示し、これを次に説明する。この例において、上部(図で見て)表面を有するシリコン基板(ウェーハ)802が、犠牲基板として用いられる。チタンの層804が、シリコン基板802の上部表面に堆積され(例えば、スパッタリングにより)、約250Å(1Å=0.1nm=10⁻¹⁰m)の厚さを有する。アルミニウムの層806が、チタン層804の頂部に堆積され(例えば、スパッタリングにより)、約10,000Åの厚さを有する。チタン層804は、任意であり、アルミニウム層806用の接着層として機能する。銅の層808が、アルミニ

ウム層 806 の頂部に堆積され（例えば、スパッタリングにより）、約 5,000 Å の厚さを有する。マスクング材料（例えば、ホトレジスト）の層 810 が、銅層 808 の頂部に堆積され、約 2 ミルの厚さを有す

る。マスクング層 810 は、任意の適切な仕方で処理されて、ホトレジスト層 810 を介して、下にある銅層 808 へと延伸する複数（図示では多くのうち 3 つ）の穴 812 を有する。例えば、各穴 812 の直径は、6 ミルとすることができ、穴 812 は、10 ミルのピッチ（センター間）で配列できる。犠牲基板 802 は、このようにして、以下のような、穴 812 内に複数の多層接触先端の製造に対して準備されている。

ニッケルの層 814 が、メッキ等により、銅層 808 上に堆積され、約 1.0 – 1.5 ミルの厚さを有する。任意として、ロジウムといった貴金属の薄い層（不図示）を、ニッケルの堆積の前に、銅層上に堆積することも可能である。次に、金の層 816 が、メッキ等により、ニッケル 814 上に堆積される。ニッケルとアルミニウム（及び、任意として、ロジウム）の多層構造は、製造済みの先端構造（820、図 8B に示す）として機能することになる。

次に、図 8B に示すように、ホトレジスト 810 は、剥離除去され（任意の適切な溶剤を用いて）、銅層 808 の頂部に載置する複数の製造済み先端構造が残る。次に、銅層（808）は、急速エッチング工程を被り、それによって、アルミニウム層 806 が露出する。明らかなように、アルミニウムは、半田及びろう材料に対して実質的に非湿潤性であるので、後続のステップにおいて役立つ。

ここで言及すべきは、ホトレジストを追加の穴でパターニングし、その穴内で、「代用」先端構造 822 が、先端構造 820 の製造に用いられるのと同じ工程ステップで製造されることが好ましい、と

いうことである。これらの代用先端構造 822 は、周知且つ理解される仕方で上記のメッキステップを均一化するよう機能し、それにより、急勾配（非均一性）が、メッキしようとする表面を横切って現れるのが低減される。かかる構造（822）は、メッキの分野で「ラバー（robbers）」として知られている。

次に、半田付け又はろう接ペースト（「連結材料」）824が、先端構造820の上部（図で見て）表面上に堆積される。（代用先端構造822の上部にペーストを堆積する必要はない。）これは、ステンレス鋼スクリーン、又はステンシル等により、任意の適切な仕方を実施される。典型的なペースト（連結材料）824は、例えば、1ミルの球（ボール）を示す金－スズ合金（フラックス基材に）を含有する。

先端構造820は、ここで、復元性のある接触構造、好適には、本発明の複合相互接続要素の端部（先端）への実装（例えば、ろう接）の準備が整う。しかし、複合相互接続要素がまず、先端構造820を受けるべく特別に「準備」されるのが好ましい。

図8Cは、先端構造（820）が、複合相互接続要素832の端部に実装されるのを予想して、複数（図示では多くのうち2つ）の複合相互接続要素832を備えた間隔変換器830（506に匹敵）を準備するための技法850を示す。複合相互接続要素（プローブ要素）832は完全に示されている（断面ではなく）。

この例において、複合相互接続要素832は、多層（図2Aに匹敵）であり、金（ワイヤ）コアを有し、これには、銅の層（不図示）

で保護膜生成され、更にニッケル（好適には、90：10のNi：Co比率を有するニッケル－コバルト合金）の層で保護膜生成され、更に、銅の層（不図示）で保護膜生成される。明らかなように、ニッケル層が、その所望の最終厚さの大幅な部分（例えば、80％）にのみ堆積され、ニッケル厚の残りの少ない部分（例えば、20％）は、以下で説明する、後続のステップで堆積されるのが好ましい。

この例では、間隔変換器基板830には、その上部（図で見て）表面から延伸する複数（図示では多くのうち2つ）の柱状構造834が設けられ、これらは、明らかなように、研磨「ストップ」として機能することになる。これらの研磨ストップを、必ずしも多数備えることは必要でなく、それらは、基板（例えば、セラミック）と同じ材料から容易に形成される。

間隔変換器基板 8 3 0 は、次いで、間隔変換器基板の上部表面から延伸する複合接続要素 8 3 2 支持するように機能する、熱可溶性、溶剤可溶性ポリマー等の、適切な鑄造材料で「鑄造」される。上成型された基板の上部（図で見て）表面は、次いで、研磨を受けるが、これは例えば、鑄造材料の上部表面へと下方に（図で見て）押圧される、研磨ホイール 8 3 8 等によりなされる。上述の研磨ストップ 8 3 4 は、表記「P」の鎖線で示される、研磨ホイールの最終位置を決定する。このようにして、複合相互接続要素 8 3 2 の先端（図で見て、上端）が研磨されて、互いに実質的に完全に共平面となる。

上記で説明したように、復元性のある接触構造の先端が、試験しようとする半導体ウェーハと共平面をなすこと、及び先端が、ウェー

ハと実質的に同時の接触をなすように平坦化されることを保証するために、間隔変換器を配向する機構（例えば、差動ネジ、又は自動化機構）が、プローブカード・アセンブリ（5 0 0）全体に設けられる。確かなことに、研磨により（又は、他の任意の手段により）平坦化されている先端での開始は、この重要な目的を達成するのに寄与することになる。更に、何とは言っても、プローブ要素（8 3 2）の先端の共平面性を保証することによって、間隔変換器構成要素から延伸するプローブ要素（8 3 2）の先端での非共平面性を吸収する（コンプライアンスにより）ために、介在体構成要素（5 3 4）に課せられる制約が和らげられる（低減される）。

研磨によるプローブ要素の先端の平坦化が終了した後、鑄造材料 8 3 6 が、適切な溶剤で除去される。（研磨ストップ 8 3 4 は、この時点で除去されることになる。）鑄造材料は、それらの溶剤と同じく周知のところである。簡単に溶融除去できる、ワックス等の鑄造材料も、研磨に対してプローブ要素（8 3 2）を支持するために使用可能なことは、本発明の範囲内である。間隔変換器は、このようにして、上述の先端構造（8 2 0）を受けるべく準備完了となる。

研磨作業の恩恵のある副次的な効果は、複合相互接続要素 8 3 2 の金ワイヤシステム（コア）に保護膜生成する材料が、先端において除去され、金コアが露出状態にされるという点にある。複合相互接続要素の先端に先端構造（8 2 0）をろ

う接することが所望である限りは、ろう接すべき金属材料が露出しているのが望ましい。

既に言及したが、好ましいのは、1つ追加のメッキステップを実

施して、すなわち、複合相互接続要素 8 3 2 をニッケルメッキして、複合相互接続要素を、それらの所望のニッケル全体厚のうちの残りの少ない部分（例えば、20%）に設けることにより、先端構造を受けるための間隔変換器を更に「準備」することである。

図 8 B に示す準備された基板が、ここで、準備された間隔変換器上に支持される。図 8 D に示すように、先端構造 8 2 0（図示の明瞭化のために、2つの先端構造だけが示されている）は、標準的なフリップ・チップ技法（例えば、分割ブリズム）を用いて、複合相互接続要素 8 3 2 の先端と位置合わせされ、アセンブリは、連結材料 8 2 4 をリフローするためにろう接炉を通過し、それによって、予め製造された先端構造 8 2 0 が、接触構造 8 3 2 の端部に連結（例えば、ろう接）される。

この技法を用いて、予め製造した先端構造を、復元性のない接触構造、複合相互接続要素、その他に連結（例えば、ろう接）可能であることは、本発明の範囲内である。

リフロー工程時に、非湿潤性である露出したアルミニウム層（8 0 6）によって、半田（すなわち、ろう）が、先端構造 8 2 0 の間で流れるのが防止される、すなわち、半田ブリッジが、隣接する先端構造間に形成されるのが防止される。アルミニウム層のこの湿潤防止機能に加えて、アルミニウム層は又、解放層としても機能する。適切なエッチング剤を用いて、アルミニウムは、選好的に（アセンブリの他の材料に対して）エッチング除去されて、シリコン基板 8 0 2 は単純に「勢い良く」下がり、結果として、図 8 E に示すよう

に、各々が予備製造された先端構造を有する複合相互接続要素（プローブ要素）を備えた間隔変換器となる。（ここで留意されたいのは、連結材料 8 2 4 は、プローブ要素 8 3 2 の端部において「スミ肉」としてリフロー済みである、という

ことである。)工程の最終ステップにおいて、残留銅(808)がエッチング除去されて、先端構造820のニッケル(又は、上記のロジウム)が、プローブを当てようとする電子コンポーネントの端子に接触させるために、露出状態で残される。

複合相互接続要素(832等)を、図8Aに関連して説明した先端構造冶金法を利用して、図2D-2Fに関連して説明した技法の「精神」で、自体の先端構造上に先ず製造して、続いて、間隔変換器基板に実装可能であることは、本発明の範囲内であるが、一般には好ましくない。

ろう接(半田付け)ペーストを省いて、その代わりに、共晶材料(例えば、金-スズ)を還元性のある接触構造上にメッキした後に、それに接触先端(820)を実装することは、本発明の範囲内である。

図面及び以上の説明において、本発明を詳細に例示及び説明してきたが、本発明は、文言における限定としてではなく、例示として見なされるべきである。すなわち、ここで理解されたいのは、好適な実施例のみを図示及び説明したということ、及び本発明の趣旨内に入る全ての变形及び修正も、望ましく保護されるということである。疑うべくもなく、上記の「主題」に関する多数の他の「变形例」

も、本発明の最も近くに属する、当該技術で通常の知識を有する者が想到するであろうし、また本明細書に開示されるような变形例は、本発明の範囲内にあることを意図するものである。これら变形例の幾つかは、親事例に記載されている。

例えば、本明細書において記載又は示唆される実施例のいずれかにおいて、マスクング材料(例えば、ホトレジスト)が、基板に施されて、マスクを通過する光への露出、及びマスクング材料の部分の化学的除去(すなわち、慣用的なホトリソグラフ技法)等によってパターンニングされる場合、代替技法を使用することもでき、それには、除去しようとするマスクング材料(例えば、ブランケット硬化ホトレジスト)の部分に、適切に平行化された光ビーム(例えば、エキシマ・レーザからの)を向け、それによって、マスクング材料のこれら部分を融除すること、又は適切に平行化された光ビームで、マスクング材料の部分โดยตรง(マス

クを使用せずに) 硬化し、次いで、未硬化のマスキング材料を化学的に洗浄することが含まれる。

本発明の複合相互接続要素は幾つかあるが、プローブカード・アセンブリの間隔変換器構成要素の端子に直接実装可能である、適切な復元性のある接触構造の1つの例であることは、本発明の範囲内である。例えば、タングステンといった本質的に復元性のある(比較的高い降伏強度)材料からなる針に、半田又は金で被覆を施して、それらの半田付け性を良くし、任意として所望のパターンで支持し、また間隔変換器の端子に半田付けすることが可能なことも、本発明の範囲内である。

Figure 1A

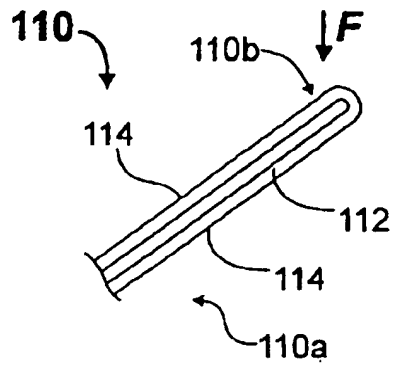


Figure 1B

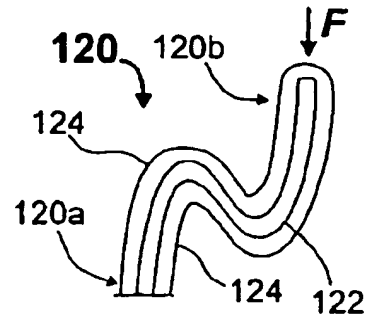


Figure 1C

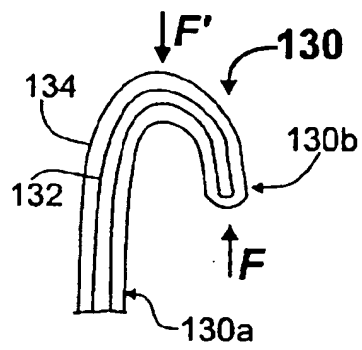


Figure 1D

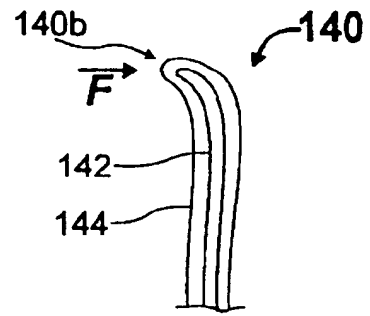
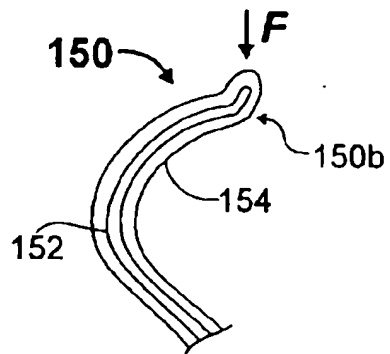
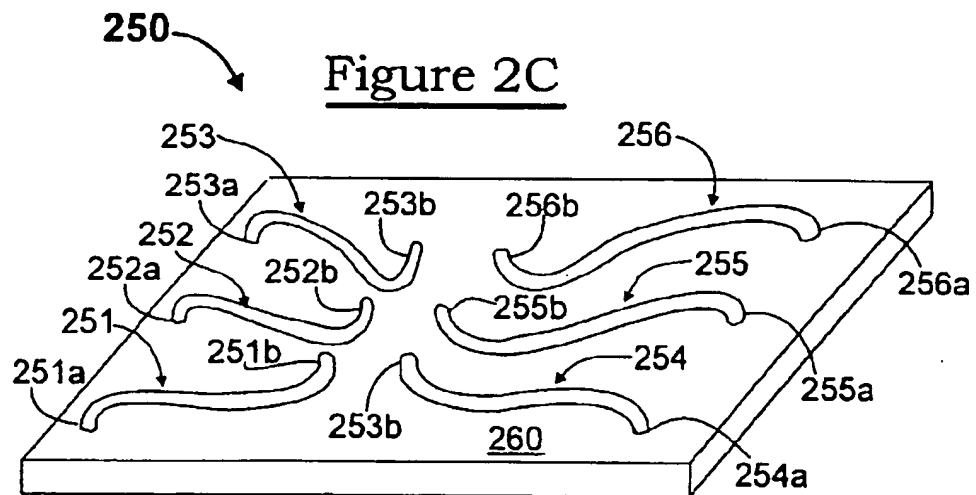
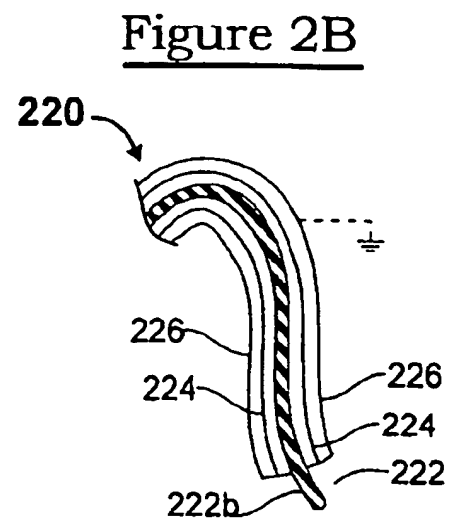
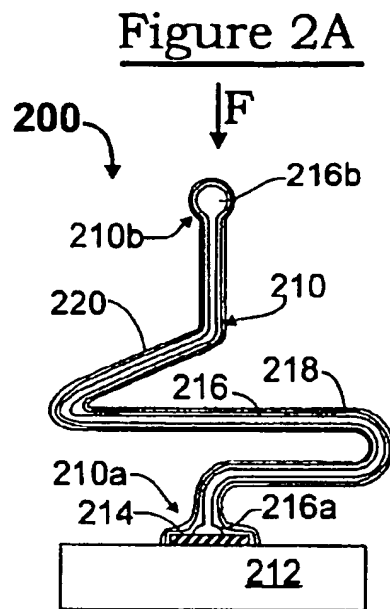


Figure 1E





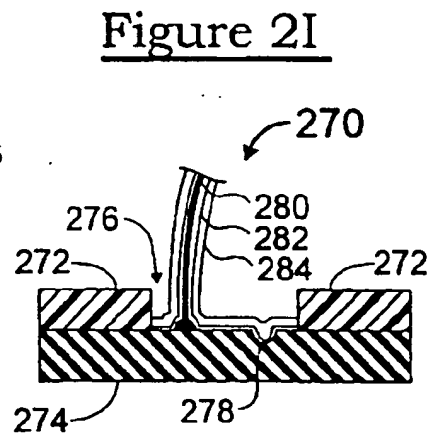
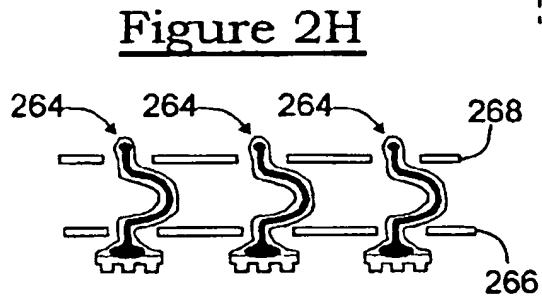
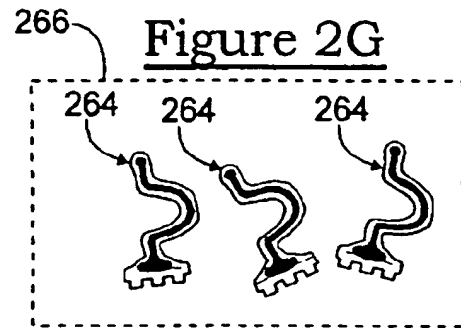
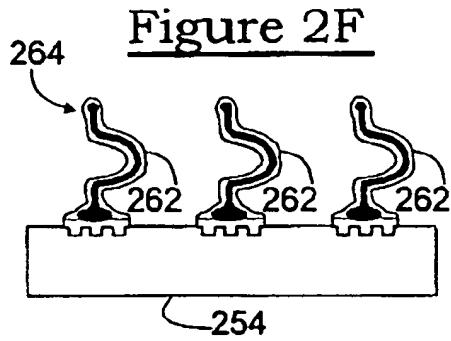
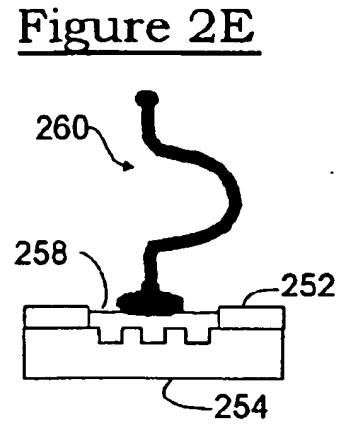
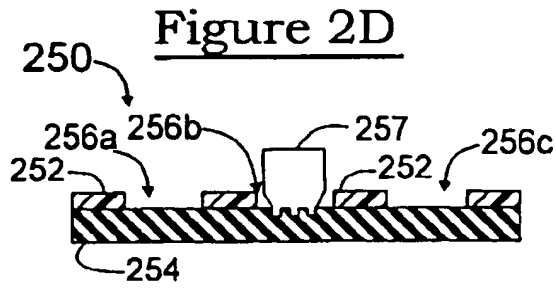


Figure 3A

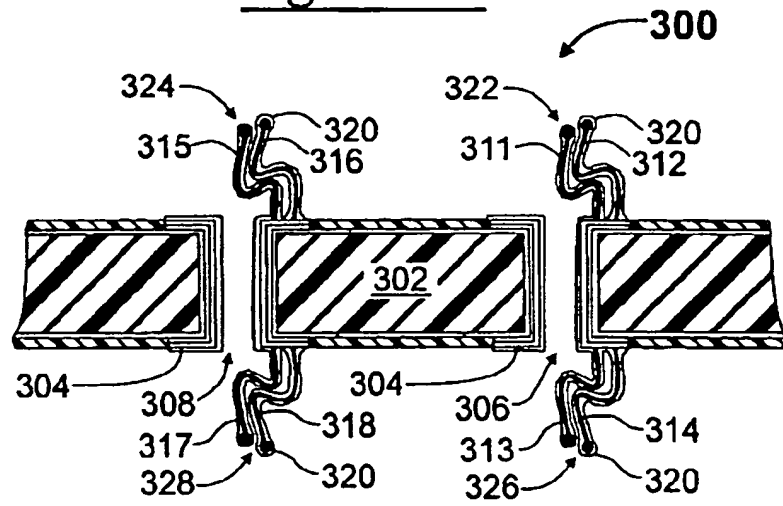


Figure 3B

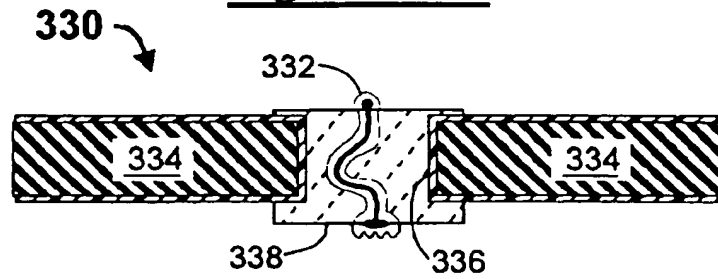
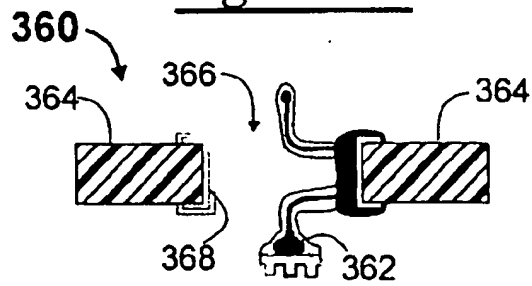


Figure 3C

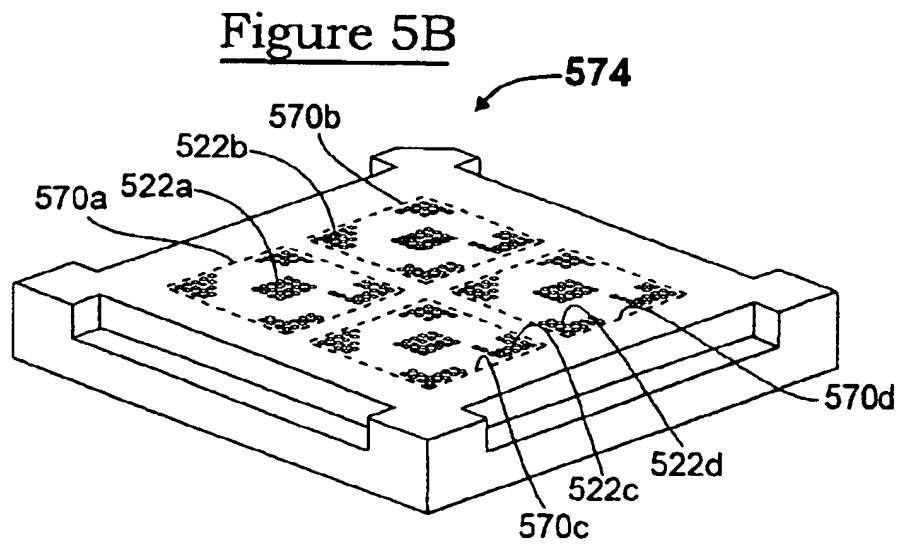
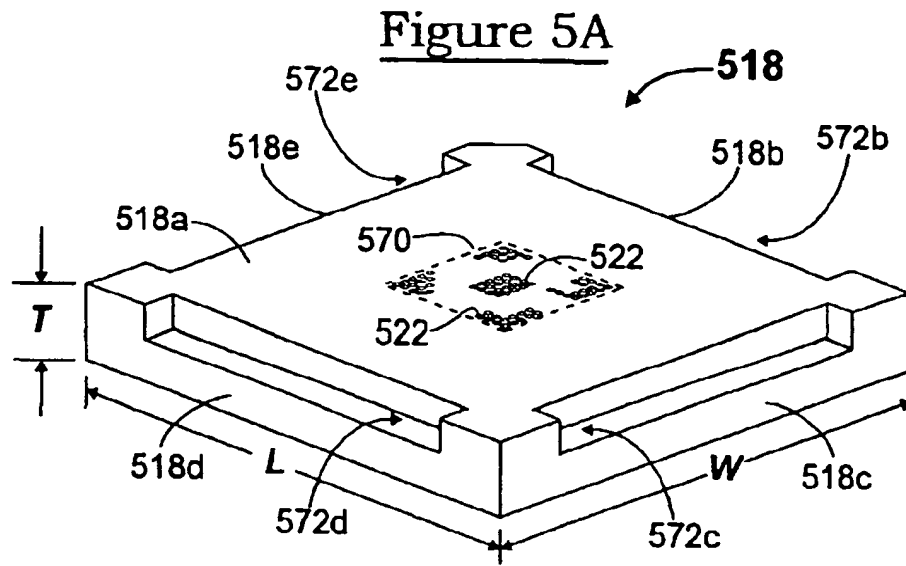


【図5】

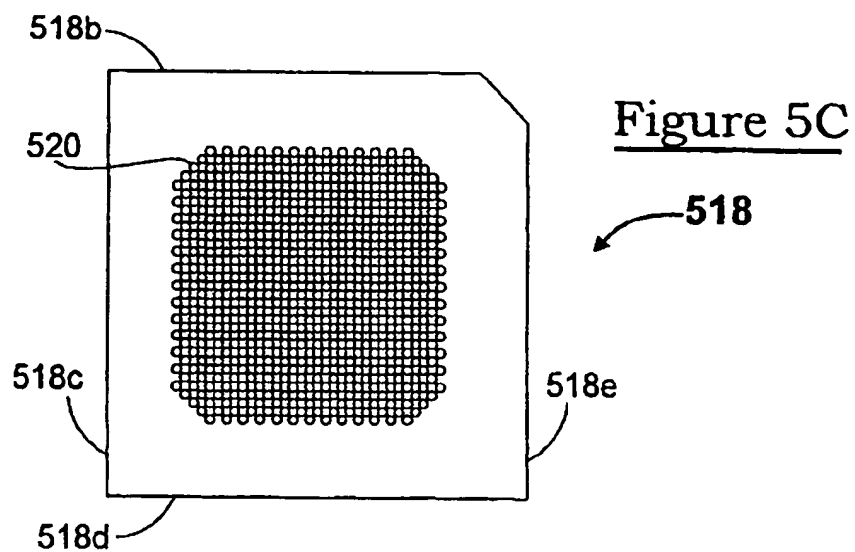
Figure 5



【図5】



【図5】



【図6】

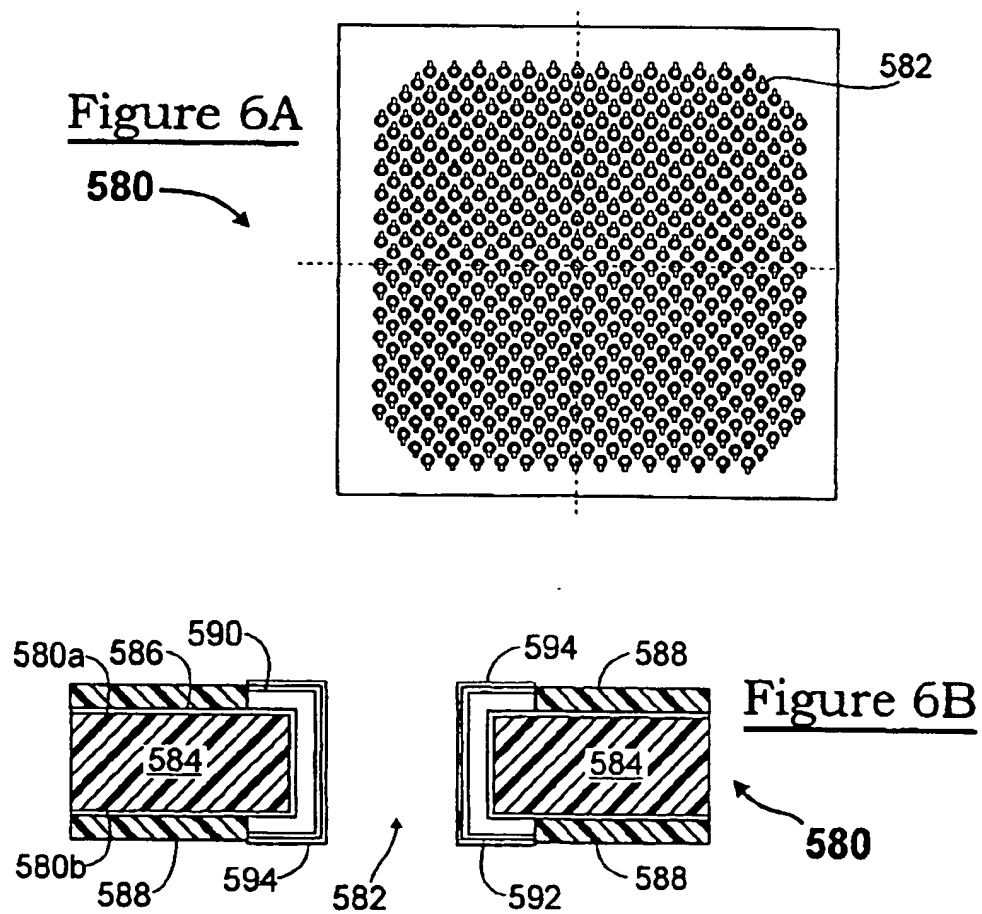


Figure 7

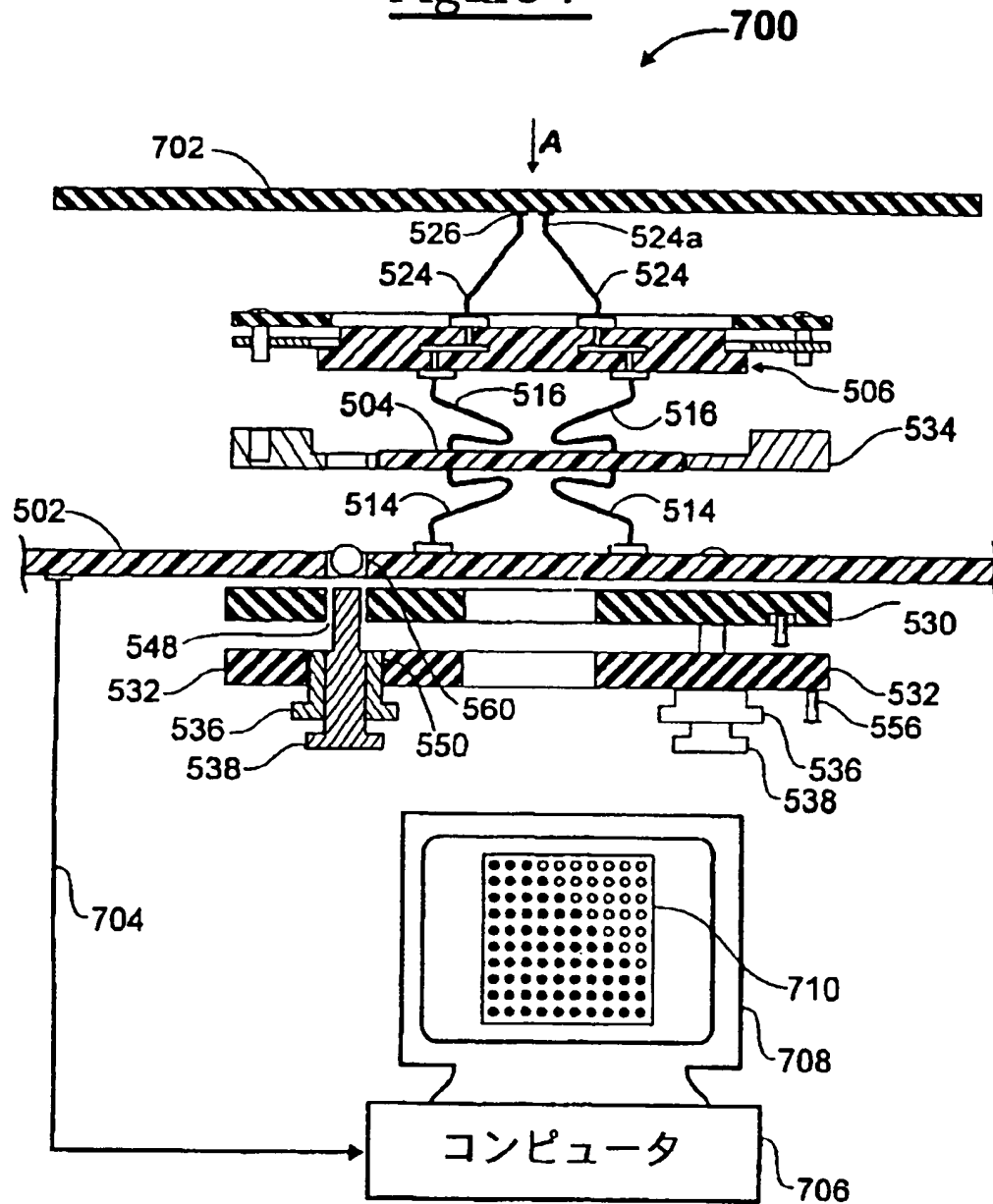


Figure 7A

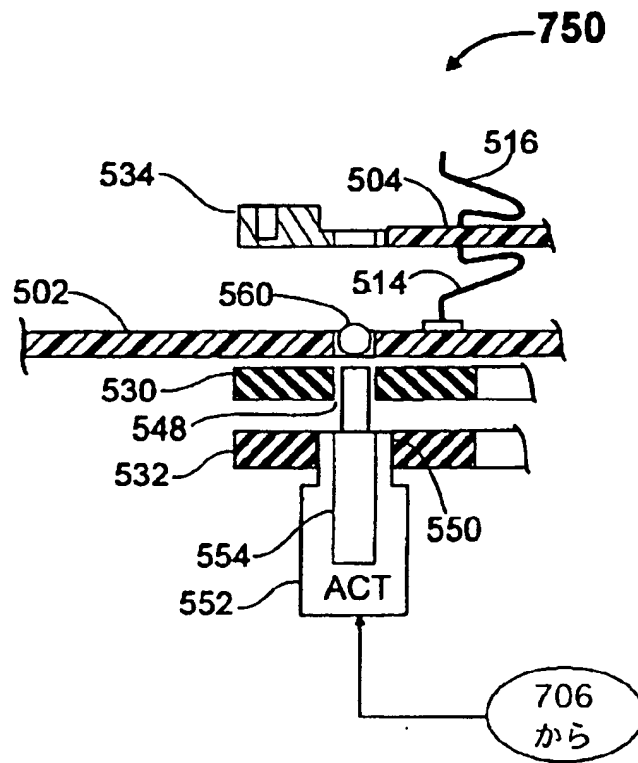


Figure 8A

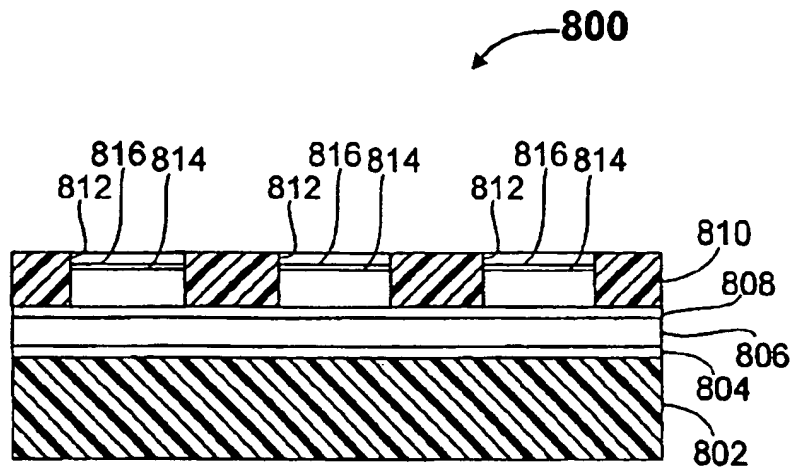


Figure 8B

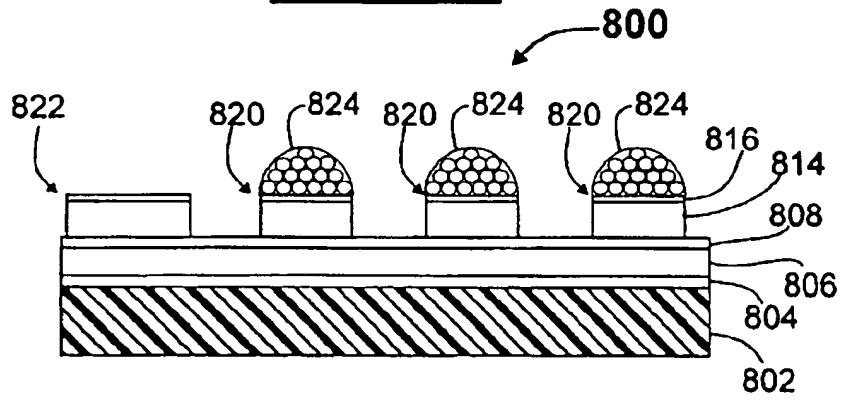


Figure 8C

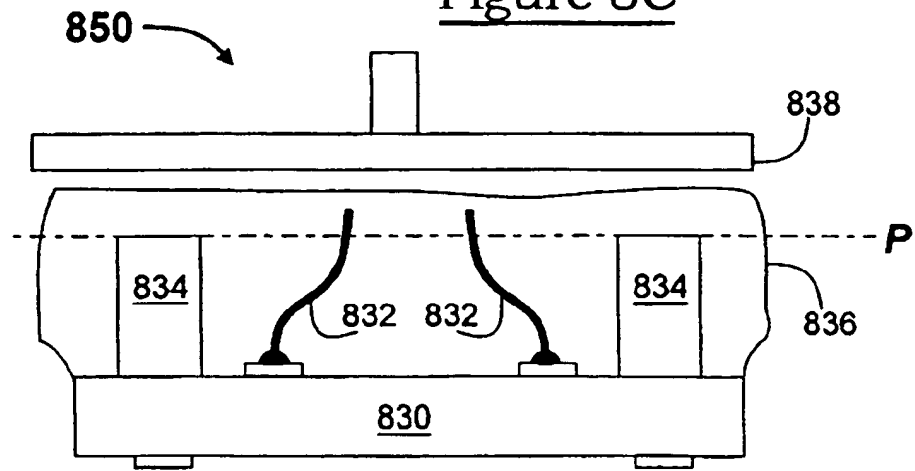


Figure 8D

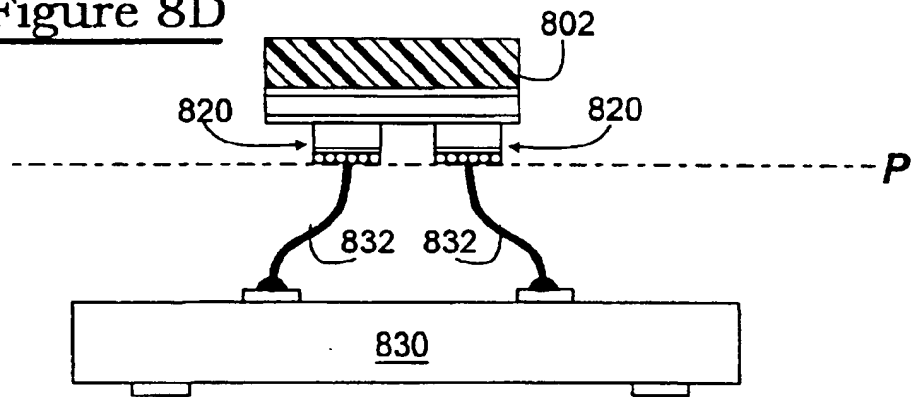
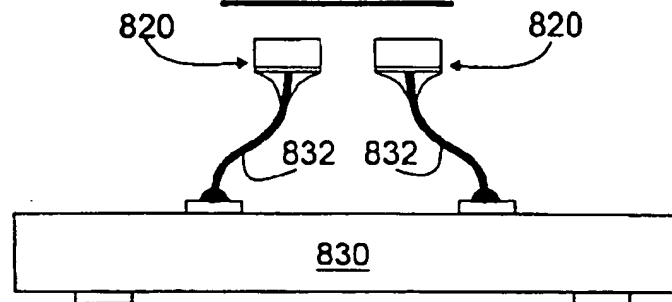


Figure 8E



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US95/14844

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(6) : G01R 1/073; B23K 31/02 US CL : 324/754, 761; 228/180.5 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 324/757, 758, 762; 439/91, 912; 427/96, 117; 428/601, 626; 29/840, 843; 361/785 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) Please See Extra Sheet.		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US, A, 3,832,632 (ARDEZZONE) 27 August 1974, see columns 3 and 4.	1-7
Y		8-33
Y, E	US, A, 5,471,151 (DIFRANCESCO) 28 November 1995, see columns 9 and 10.	8-33
A	US, A, 5,148,103 (PASIECZNIK, JR.) 15 September 1992.	34-36
X	US, A, 4,983,907 (CROWLEY) 08 January 1991 see columns 3 and 4.	35-36
X	US, A, 5,187,020 (KWON ET AL) 16 February 1993, see columns 3-5.	37-42
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "B" earlier document published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reasons (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 14 MARCH 1996		Date of mailing of the international search report 23 APR 1996
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer <i>Ernest F. Karlson</i> ERNEST F. KARLSEN Telephone No. (703) 305-4768

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US95/14844

B. FIELDS SEARCHED

Electronic data bases consulted (Name of data base and where practicable terms used):

APS

- * space transformer and 324/class
- * space transformer and interposer
- * (interposer or space transformer) and resilient
- * (interposer or space transformer) and resilient contact?
- * (planarization or planarize or planarizing) and tip and 324/class
- * resilient contact 7 and composite

フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 08/452, 255
(32)優先日 1995年5月26日
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 08/457, 479
(32)優先日 1995年6月1日
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 08/526, 246
(32)優先日 1995年9月21日
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 08/533, 584
(32)優先日 1995年10月18日
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 08/554, 902
(32)優先日 1995年11月9日
(33)優先権主張国 米国(US)
(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(KE, LS, MW, SD, SZ, UG), AM, AT, AU, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LT, LU, LV, MD, MG, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TT, UA, UG, UZ, VN
(72)発明者 エルドリッジ, ベンジャミン, エヌ
アメリカ合衆国ニューヨーク州12533 ホーブウェル・ジャンクション, ハイ・リッジ・ロード・11
(72)発明者 グループ, ゲーリー, ダヴリュー
アメリカ合衆国ニューヨーク州10950 モンロー, ボックス・エム-397, アール・ディー・2

【要約の続き】

素(200)が記載される。